

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

INSTITUTO SUPERIOR DE ECONOMIA E GESTÃO

MESTRADO EM : GESTÃO/MBA

Adaptação da metodologia de gestão do risco de crédito

CreditMetrics da J.P. Morgan

Rui Filipe Cavaco Carapeto

Orientação: Doutor João Carlos Carvalho das Neves

Júri:

Presidente: Doutor João Carlos Carvalho das Neves

Vogais: Doutor João Luís Correia Duque

Mestre António Sarmiento Gomes Mota

Abril/2000

Glossário de termos e abreviaturas

Termos

Análise Discriminante - Técnica estatística que consiste em encontrar combinações lineares das variáveis independentes para discriminar indivíduos pertencentes a diferentes grupos.

Centróide - Ponto do espaço p -dimensional (com p variáveis discriminantes) cujas coordenadas são as médias aritméticas das variáveis discriminantes para os indivíduos pertencentes ao mesmo grupo.

Estatística Multivariada - Inclui os métodos de análise das relações de múltiplas variáveis dependentes e/ou múltiplas variáveis independentes, quer se estabeleçam ou não relações de causa/efeito entre estes dois grupos.

Fundos Próprios - Capital elegível para o cálculo do rácio de solvabilidade, que estabelece uma relação entre o montante dos fundos próprios e os elementos do activo e extrapatrimoniais ponderados em função do risco instituições (que não poderá ser inferior a 8%).

Ponto de Corte - Ponto ao qual corresponde uma nota ou score, num modelo de análise

discriminante, a partir da qual o indivíduo é classificado num ou no outro grupo

Rating - Sistema de classificação do risco de crédito, que reflecte um juízo de valor sobre a capacidade de pagamento oportuno do serviço da dívida

Requisitos Mínimos de Capital - Exigência de um capital mínimo suficiente para fazer face aos vários riscos a que uma instituição financeira está exposta

Scoring - Sistema de pontuação do risco de crédito

Abreviaturas

BIS - Bank of International Settlements

BP - Banco de Portugal

DAC - Directiva de Adequação de Capitais

IF - Instituição Financeira

LAFFP - *Loan Arbitrage-Free Pricing Model*

SPSS - Statistical Package for the Social Sciences

UEN - Unidade estratégica de negócio

VaR - Value at Risk ou VAR

ETTJ - Estrutura temporal de taxas de juro

Resumo

Neste trabalho é proposta a aplicação prática de uma nova metodologia de gestão do risco de crédito, CreditMetrics da J.P.Morgan, a uma carteira de crédito pessoal, com determinação do valor em risco ou VaR, complementada por um modelo de avaliação de operações de crédito que incorpora o risco.

Após se ter procedido ao estabelecimento da relação entre as probabilidades de incumprimento (deduzidas a partir de um modelo de notação numérica, ou *scoring*, normalmente utilizado no processo de tomada de decisão do tipo de crédito referido) e as classes de risco, apresentou-se o modelo teórico que suporta a metodologia a aplicar e respectivas características.

Com base numa amostra real recolhida, procedemos à adaptação do modelo CreditMetrics da J.P. Morgan, em termos de hipóteses teóricas e alternativas de cálculo, à realidade da IF que disponibilizou os dados.

Os resultados obtidos através da utilização desta metodologia foram comparados com a política de provisões em vigor, imposta pelo Banco de Portugal.

Por fim, propõe-se a utilização de um modelo de avaliação das operações de crédito analisadas que incorpora os riscos de incumprimento e de mercado, procedendo-se a uma análise comparativa entre os resultados do modelo e a legislação em vigor, no que respeita ao cumprimento de requisitos mínimos de capital por parte das instituições financeiras.

Palavras chave:

JEL: G280 - Financial Institutions and Services: Government Policy and Regulation

Gestão de risco, Gestão de crédito, Gestão Bancária, Gestão de activos e passivos, Requisitos de capital , Medidas de rendibilidade ajustadas pelo risco.

Abstract

This work envisages the application of a new credit management methodology, CreditMetrics from J.P.Morgan, to a consumer loan portfolio, with value at risk (VaR) determination complemented with a risk-adjusted valuation model.

After establishing the existing relationship between default probabilities (deducted from a numeric scoring system, normally used on the decision making process on such credit type) and the risk classes, we will proceed with the analysis of the theoretical method supporting the applicable methodology and its characteristics.

Based on a actual sample, we tried to fit the CreditMetrics model, in terms of both alternative calculation and theoretical hypothesis, to the reality of the financial institution that supplied the data.

The results obtained through this methodology were then compared with the provision policy presently enforced by Banco de Portugal.

Finally, we suggest the application of a risk-adjusted valuation model integrating both default and market risks, to the above mentioned consumer loan portfolio, with a comparative analysis between the model results and the law in force, regarding the fulfillment of the minimum required capital, by the financial institutions.

Key words:

JEL: G280 - Financial Institutions and Services: Government policy and Regulation

Credit management, Risk management, Asset-liability management, Bank management, Capital requirements, Risk-adjusted measures.

Índice

<i>GLOSSÁRIO DE TERMOS E ABREVIATURAS</i>	2
<i>RESUMO</i>	3
<i>ABSTRACT</i>	4
<i>PREFÁCIO</i>	9
<i>AGRADECIMENTOS</i>	10
1. INTRODUÇÃO	11
1.1. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	12
2. PARTE I - MODELOS DE GESTÃO DO RISCO DE CRÉDITO PESSOAL	13
2.1. MODELOS DE GESTÃO DO RISCO DE CRÉDITO	13
2.2. ANÁLISE DO RISCO DE CRÉDITO.....	14
2.2.1. Modelos de avaliação de crédito pessoal	17
2.2.2. Justificação do modelo utilizado no estudo	19
2.3. INTRODUÇÃO À ANÁLISE DISCRIMINANTE.....	19
2.3.1. Introdução.....	19
2.3.2. Objectivos da análise discriminante	20
2.3.3. Formalização do modelo de análise discriminante.....	20
2.3.3.1. Função discriminante	20
2.3.3.2. Classificação e probabilidades.....	24
2.4. ANÁLISE DO SISTEMA DE NOTAÇÃO NUMÉRICA DE CRÉDITO AO CONSUMO IMPLANTADO	25
2.4.1. Recolha da informação.....	25
2.4.1.1. Definição de cliente incumpridor.....	26
2.4.2. Amostra considerada	27
2.4.2.1. Dimensão.....	27
2.4.2.2. Breve caracterização	28
2.4.4. Tratamento preliminar da informação	31
2.4.5. Resultados.....	33
2.4.6. Qualidade da função discriminante	39
2.4.7. Problemas estatísticos que envolvem este tipo de análise.....	40
2.4.8. Classes de risco	41

3.	PARTE II – CREDITMETRICS – UM MODELO DE GESTÃO DO RISCO DE CRÉDITO	42
3.1.	MODELOS E A SUA EVOLUÇÃO.....	42
3.1.1.	Regras prudenciais em vigor.....	44
3.1.1.1.	Directiva de adequação do capital.....	45
3.1.1.2.	Acordo de Basileia – o rácio de Cooke.....	45
3.1.2.	Capital económico, regulatório e próprio	49
3.2.	VALOR EM RISCO – UMA MEDIDA QUANTITATIVA DE GESTÃO DO RISCO.....	49
3.2.1.	CreditMetrics: uma abordagem Value-at-Risk para o risco de crédito.....	51
3.3.	ADAPTAÇÃO DO CREDITMETRICS A UMA CARTEIRA DE CRÉDITO PESSOAL.....	52
3.3.1.	Metodologia do CreditMetrics	52
3.3.2.	Adaptações consideradas no modelo inicial	53
3.3.3.	Taxas de recuperabilidade em caso de incumprimento	55
3.3.4.	Estrutura temporal das taxas de juro	56
3.3.4.1.	Determinação da curva de taxas spot – método <i>Bootstrap</i>	59
3.3.5.	Análise de sensibilidade a alterações das taxas de juro	61
3.3.5.1.	“Duração” do Portfolio.....	62
3.3.6.	Cálculo do VaR da Carteira.....	64
3.3.7.	Aplicação da Metodologia à Carteira	66
3.3.7.1.	Mapping ou processo de afectação de fluxos de caixa	66
3.3.7.2.	Parâmetros para cálculo do VaR.....	67
3.3.8.	Limitações do VaR.....	69
3.3.9.	Cobertura do Risco de Incumprimento.....	70
4.	PARTE III – METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE EMPRÉSTIMOS.....	71
4.1.	METODOLOGIA TRADICIONAL DE AVALIAÇÃO DE UMA OPERAÇÃO DE CRÉDITO.....	73
4.2.	MEDIDAS DE RENDIBILIDADE DO CAPITAL AJUSTADAS PELO RISCO.....	75
4.3.	MODELO DE AVALIAÇÃO ALTERNATIVO - LOAN ARBITRAGE-FREE PRICING (LAFP) MODEL.....	76
4.3.1.	Algumas considerações finais sobre este modelo.....	79
4.3.1.1.	Provisões para riscos de crédito.....	79
4.3.1.2.	“Duração” dos capitais alheios	80
4.3.1.3.	Afectação dos capitais próprios	80
4.3.1.4.	Efeito de diversificação de carteira	80

4.3.2. Aplicação ao caso em estudo.....	81
5. CONCLUSÕES FINAIS	84
6. BIBLIOGRAFIA.....	86
7. ANEXOS.....	90
Anexo 1 – Estatísticas da população considerada.....	90
Anexo 2 – Estimação da estrutura temporal de taxas de juro	100
Anexo 3 – Cálculo da duração de Fisher-Weil	103
Anexo 4 - Determinação da taxa de juro de equilíbrio.....	104

Lista de Quadros

Quadro 2.1. - Características discriminantes	25
Quadro 2.2. - Situação dos pedidos recebidos	26
Quadro 2.3. - Contratos celebrados.....	26
Quadro 2.4. - Proporção de incumpridores de Crédito Pessoal (em número).....	27
Quadro 2.5. - Proporção de incumpridores de Crédito Pessoal (em valor).....	27
Quadro 2.6. - Características discriminantes recolhidas.....	28
Quadro 2.7. - Definição das variáveis discriminantes	29
Quadro 2.8. - Estatísticas de cada característica discriminante.....	31
Quadro 2.9. - Características financeiras da população.....	32
Quadro 2.10. - Variáveis que falham o teste de tolerância	34
Quadro 2.11. - Variáveis com maiores coeficientes não estandardizados	34
Quadro 2.12. - Variáveis com maiores coeficientes estandardizados.....	35
Quadro 2.13. - Variáveis com maiores coeficientes estruturais	35
Quadro 2.14. - Coeficientes da função discriminante de Fisher	35
Quadro 2.15. - Características com maior coeficiente positivo.....	36
Quadro 2.16. - Características com maior coeficiente negativo.....	37
Quadro 2.17 - Valores próprios e correlação canónica.....	37
Quadro 2.18. - Centróides dos grupos	37
Quadro 2.19. - Matriz de classificações.....	39
Quadro 2.20. - Lambda de Wilks	41
Quadro 2.22. - Probabilidades de incumprimento por classe de risco.....	42
Quadro 3.1. - As características dos modelos de gestão de risco de crédito	43
Quadro 3.2. - Quadro simplificado do desenvolvimento da metodologia CreditMetrics.....	52
Quadro 3.3. - Características da carteira.....	53
Quadro 3.4. - Fluxos anuais gerados a valores contabilísticos.....	54
Quadro 3.5. - Probabilidades por classe de risco	55
Quadro 3.6. - Obrigações do Tesouro	57

Quadro 3.7. - Obrigações do Tesouro e respectivos vencimentos.....	59
Quadro 3.8. - Taxas spot de mercado.....	60
Quadro 3.9. - Valor actual da carteira de crédito	60
Quadro 3.10. - Valor actual da carteira com incumprimento.....	61
Quadro 3.11. - Impacto na ETTJ de alteração das taxas de juro de mercado.....	61
Quadro 3.12. - Impacto no valor da carteira	62
Quadro 3.13. - Medidas de dispersão do valor da carteira.....	62
Quadro 3.14. - Impacto no valor da carteira dos choques.....	63
Quadro 3.15 - Intervalos de confiança da distribuição normal	66
Quadro 3.16. - VaR da carteira	68
Quadro 4.1. - Quadro resumo das principais medidas tradicionais de rentabilidade.....	74
Quadro 4.2. - Os vários cenários considerados	82
Quadro A 1.1. - Estatísticas das variáveis	90
Quadro A 1.2. - As características médias da população.....	92
Quadro A 1.3. - Características da população total e sub populações:	93
Quadro A 1.4. - Estatísticas dos grupos: incumpridores, cumpridores e população total	95
Quadro A 1.5. - Coeficientes das variáveis discriminantes.....	97
Quadro A 1.6. - Teste de igualdade das médias dos grupos	99
Quadro A 3.1. - Fluxos de caixa e taxas spot de cada período.....	103
Quadro A 3.2. - Comparação dos dois métodos de estimação da ETTJ	103
Quadro A 3.1. - Fluxos de caixa e taxas spot de cada período.....	103
Quadro A 3.2. - Comparação dos dois métodos de estimação da ETTJ	103
Quadro A 4.1. - Determinação dos fluxos de caixa actualizados	106

Lista de Figuras

Figura 2. 1. - Regra de classificação para dois grupos com dimensões diferentes.....	23
Figura 2. 2. - Relação nota obtida/probabilidade de incumprimento (I).....	38
Figura 2. 3. - Relação nota obtida/probabilidade de incumprimento (II).....	38
Figura 3. 1. - Estrutura temporal de taxas de juro.....	60
Figura 3. 2. - Intervalos de confiança da distribuição Normal.....	66
Figura 3. 3. - Distribuição dos rendimentos.....	69

Prefácio

A gestão do risco de crédito teve nos últimos anos desenvolvimentos significativos, através da utilização crescente de modelos cada vez mais complexos, baseados em métodos quantitativos.

A utilização deste tipo de metodologias permite uma gestão do risco mais eficaz, no sentido de possibilitar uma afectação mais racional do capital afecto à actividade, permitindo o desenvolvimento de medidas de rendibilidade ajustadas pelo risco.

Este trabalho pretende contribuir para uma gestão do risco mais eficaz através da adaptação do modelo CreditMetrics da J.P. Morgan a uma carteira de crédito ao consumo.

Agradecimentos

Ao orientador Prof. Dr. João Carvalho das Neves o empenho a disponibilidade e os comentários ao longo das várias fases de execução da dissertação.

Aos amigos e colegas de trabalho pelo incentivo que sempre deram para a realização deste trabalho e também pelas suas sugestões e comentários.

À minha família pela compreensão e colaboração durante todas as etapas do mestrado em especial, à Marta ao Filipe e à Ana.

1. Introdução

Verifica-se, cada vez mais, uma importância crescente na gestão global de risco das instituições financeiras (IF) da problemática que envolve a utilização de metodologias que permitam uma afectação mais racional do capital do accionista a cada unidade estratégica de negócio (UEN) que só as medidas mais precisas de análise de rentabilidade ajustadas pelo risco permitem (Altman e Saunders, 1998 e Boudoukh e Saunders, 1998).

Trata-se, sem dúvida, de matéria de grande interesse em termos da avaliação do risco financeiro, que já hoje é tema indispensável dos programas das Disciplinas de Complementos de Finanças, nos cursos de Pós-Graduação na área das Finanças

A Gestão do Risco de Crédito teve recentemente alguns desenvolvimentos, através da utilização crescente de modelos quantitativos, à semelhança do tema agora proposto da presente Dissertação (J.P. Morgan 1997_{a,b}).

Os objectivos deste trabalho são:

- A adaptação prática da metodologia de avaliação do risco de crédito CreditMetrics™¹ da J.P.Morgan, a uma carteira de crédito pessoal com determinação do valor em risco (Value at Risk ou VAR), e comparação dos resultados com as normas prudenciais emanadas do Bank of International Settlements (BIS) e impostas pelo Banco de Portugal (BP).
- Propor a utilização de um modelo de avaliação de operações de crédito, com incorporação do risco: o "Loan Arbitrage-Free Pricing (LAFP) Model" (Dermine, 1996 e 1998).

Este estudo baseou-se em dados disponibilizados por uma IF portuguesa de média dimensão, que apostou recentemente na dinamização do tipo de crédito referido, e pretende contribuir para uma gestão do risco de crédito de melhor qualidade das IF portuguesas.

¹ CreditMetrics é uma marca registada pela J.P. Morgan & Co., Incorporated.

1.1. Organização da dissertação

Considerando os objectivos enunciados, a dissertação encontra-se organizada em quatro módulos:

Parte I - Modelos de gestão do risco de crédito pessoal

Parte II - Modelo do CreditMetrics

Parte III – Metodologias de avaliação de empréstimos

Parte IV - Conclusões finais

O primeiro capítulo é dedicado à determinação de uma função de probabilidade de incumprimento, através do método estatístico de análise discriminante, que permite estabelecer uma relação entre a nota obtida por cada indivíduo e classes de risco definidas de forma apriorística.

O capítulo inicia-se por uma revisão da literatura, no que respeita aos modelos estatísticos mais usualmente utilizados, com particular incidência para a Análise Discriminante, que foi o modelo escolhido neste estudo.

Procedeu-se à sua caracterização, em termos teóricos, pressupostos e principais limitações e críticas. Com base numa função discriminante estimada, efectuaram-se um conjunto de testes estatísticos para se atestar da validade dos resultados obtidos e capacidade de previsão do modelo.

O segundo capítulo inicia-se pela apresentação do modelo CreditMetrics, das suas principais características e análise comparativa com outros modelos existentes.

Com base na relação entre a probabilidade de incumprimento e as classes de risco estabelecida, foi determinado o valor de mercado da carteira, bem como quantificadas as perdas, ou valor em risco, que poderão ocorrer considerando cenários de variação das taxas de juro de mercado.

Este capítulo termina com a enunciação das principais críticas a este tipo de modelos e comparação dos resultados obtidos com a metodologia tradicional de provisionamento e requisitos mínimos de capital, imposta pelo BP.

A partir dos resultados obtidos nos capítulos anteriores, pretende-se no terceiro capítulo mostrar, em termos de sistematização, a forma como o risco pode ser incorporado na determinação do preço de uma operação de crédito. Optou-se por utilizar um modelo de avaliação de empréstimos que nos pareceu, em

termos de teoria financeira, mais consistente: método de avaliação com base nos fluxos de caixa actualizados, em situação de equilíbrio.

Para finalizar este capítulo, são tecidas algumas considerações no que respeita à relação entre a taxa de juro de equilíbrio, o capital mínimo requerido e a rendibilidade dos capitais próprios e enunciadas algumas das principais características deste modelo.

No quarto e último capítulo, referem-se as principais conclusões deste trabalho, que pretendeu demonstrar como um dos modelos mais recentes de gestão do risco, com a utilização dos princípios da teoria financeira, pode ser utilizado com um grau de complexidade relativo, conduzindo a uma melhor gestão do risco e afectação dos capitais dos accionistas contribuindo assim para a protecção do valor dos vários intervenientes ou *stakeholders* deste processo: accionistas, obrigacionistas, clientes, trabalhadores e o Sistema Financeiro em geral.

2. PARTE I - Modelos de Gestão do Risco de Crédito Pessoal

2.1. Modelos de gestão do risco de crédito

Tradicionalmente, os bancos procediam à gestão do risco de crédito exclusivamente através da adopção de procedimentos de análise de crédito baseada em factores qualitativos, com incidência em dois pontos principais e inter-relacionados: a vontade e a capacidade do devedor de pagar o crédito (Caouette, Altman e Narayanan, 1998).

A análise da vontade de pagar consiste essencialmente na determinação do carácter do devedor, enquanto que a capacidade de pagar é sobretudo uma questão de análise das perspectivas económicas do devedor. Ambas requerem informação e, quanto mais informação, mais preciso será o processo de decisão.

Os avanços ocorridos na gestão do risco de crédito aconteceram a partir do desenvolvimento dos seguintes factores que passamos a referir (Caouette, Altman e Narayanan, 1998):

- 1- Desregulamentação como factor estimulante do desenvolvimento, abrindo caminho à entrada de novos competidores neste mercado;

- 2- Alargamento dos mercados tradicionais de crédito, inclusivamente a novos sectores;
- 3- Encurtamento das margens financeiras nos empréstimos, o que forçou os bancos a explorar novas formas mais económicas de medição e gestão do risco de crédito;
- 4- Securitização, que possibilitou o desenvolvimento de processos de gestão de risco normalizados e mais eficientes;
- 5- Avanços na teoria financeira, que encetaram novas formas de abordagem do risco de crédito.

Os novos instrumentos utilizados, baseados na estatística e na investigação operacional como, por exemplo, as redes neuronais e programação matemática, determinística e probabilística, a simulação e teoria dos jogos, têm contribuído para o desenvolvimento de novas técnicas de medição e gestão do risco. Estes novos instrumentos de medição do risco de crédito têm sido aplicados a uma grande quantidade de produtos financeiros, incluindo o crédito ao consumo (Caouette, Altman e Narayanan, 1998).

2.2. *Análise do risco de crédito*

O risco de crédito é considerado o risco mais antigo na actividade financeira. Porquê o crescente e renovado interesse por este tipo de risco? A resposta reside nas profundas alterações que tem vindo a sofrer o sector financeiro (instituições e mercados) nesta última década, às quais não são alheias as pressões por parte das autoridades monetárias, a emergência de um mercado onde o crédito, sob a forma de carteiras, pode ser transaccionado, e a fixação de objectivos mais exigentes de rendibilidade por parte dos detentores dos capitais próprios.

As alterações ocorridas são significativas, dado o crescimento exponencial do risco de crédito nos anos 90, o qual tem vindo a acompanhar as significativas alterações verificadas a nível económico, político e tecnológico em todo o mundo.

Em décadas anteriores, as fronteiras políticas e a existência de regulamentação restringia a mobilidade dos capitais. A crescente desregulamentação provocou um aumento da concorrência entre as instituições. Muitas das técnicas desenvolvidas para medir e supervisionar os riscos de mercado estão actualmente a ser aplicadas ao risco de crédito.

O risco de crédito pode ser considerado o actual desafio dos mercados financeiros (Caouette, Altman e Narayanan, 1998), sendo um elemento fundamental na avaliação da política de crédito e no processo de

tomada de decisão que lhe está associado, em termos da concessão. Daqui resulta a importância atribuída à análise de crédito e, consequentemente, à “apreciação da informação relativa ao cliente, por forma a determinar a possibilidade de ocorrência de dívidas incobráveis” (Coleshaw, 1989).

A análise de crédito, ainda segundo Coleshaw (1989), cobre todos os aspectos relativos à medição e gestão do risco de crédito. A literatura² consagra a reminiscência da origem da gestão do risco de crédito ao tempo dos Romanos, quando o empréstimo de dinheiro era feito na praça pública ou, ainda mais remotamente, ao tempo do rei Hamurabi, na antiga Babilónia.

O significado da palavra crédito designa “acreditar”, ou seja, acreditar na realização do pagamento, na data acordada, das responsabilidades assumidas na compra de bens ou serviços (Myers e Forgy, 1963). Actualmente, o simples “acreditar” no reembolso do capital mutuado acrescido dos juros é complementado com a recolha de informação sobre a capacidade de pagamento do mutuário, de modo a permitir ao credor obter alguma segurança na referida operação.

Geralmente, a análise do risco de crédito começa por se basear nos elementos constantes do pedido inicial de crédito. Este inclui um conjunto de factores qualitativos, tais como, a morada, o sexo, a idade, o estado civil etc, do indivíduo. Trata-se de um conjunto de elementos que se presume permitirem a caracterização do indivíduo e que são ainda complementados com informações obtidas quer junto do BP, quer de outras instituições bancárias ou empresas que possuam extensas bases de dados sobre o histórico de comportamento, em termos financeiros, relativamente a cada indivíduo que já tenha recorrido a qualquer uma das formas usuais de crédito, ou tenham registado incidentes na emissão de cheques (Rose, 1995).

A questão surge relativamente ao modelo a utilizar, às características relevantes a seleccionar e à ponderação de cada um dos factores a tomar em consideração na análise da concessão do crédito (Ross, Westerfield e Jaffe, 1996).

Apesar de algumas críticas levantadas (Capon 1978 e 1982), os sistemas automatizados de avaliação do risco de crédito, baseados na atribuição de uma nota numérica ou *scoring*, têm-se tornado cada vez mais populares junto das IF, Bancos, Sociedades de Aquisições a Crédito e entidades emissoras de cartões de

² C.f., nomeadamente, Coleshaw (1989) e Caouete, Altman e Narayanan (1998).

crédito, que apostaram no desenvolvimento deste segmento de mercado (Rose, 1995 e Capon, 1982). Veja-se a este respeito o comentário expresso no Boletim Informativo da Associação Portuguesa de Bancos relativo a Junho de 1998, que refere o grande surto de desenvolvimento do crédito pessoal em Portugal (não se incluindo neste o crédito à habitação). Segundo a referida associação, o peso do crédito a particulares “para outros fins”, passou de 12,6% em Junho de 1997 para 13,4% em Junho de 1998, do total do crédito concedido a particulares.

Em geral, estes sistemas de *scoring* são comercializados “chave na mão”, junto das IF (Altman et al., 1981). Ou seja, as instituições adquirem uma solução que não foi desenvolvida especificamente para elas nem de acordo com as suas características específicas, como sejam, o mercado alvo, zona geográfica, tipo de clientes etc. Normalmente, os adquirentes desconhecem as metodologias que estão subjacentes aos modelos adquiridos, limitando-se a desenvolver a informação de gestão, ou seja, os *outputs* do sistema. Quando implantados, estes sistemas passam por uma fase de “afinação”, nomeadamente no que diz respeito ao chamado “ponto de corte”, que determina de forma directa a percentagem de recusas, bem como o nível de incumprimento pretendido para a carteira (Oliver e Wells, 1999).

Acresce ainda o facto de este tipo de crédito ser um crédito tipicamente de volume. Quando uma instituição opta por “fazer volume”, a sua opção baseia-se mais no modelo de *scoring* e nas estatísticas da empresa fornecedora do modelo, do que na sua própria base de dados e metodologia de análise e cultura de risco: “O pior que uma instituição pode fazer – para além de nada fazer – é aceitar de boa fé um modelo de terceiros” (Caouette, Altman e Narayanan, 1998).

O sistema de notação numérica, objecto do presente estudo, é constituído por um conjunto de características dos solicitantes, seleccionadas pelas suas capacidades de previsão de discriminação entre bons e maus clientes, aos quais são atribuídos pontos tendo em conta as suas características (Capon, 1978 e 1982). Cada potencial cliente é assim avaliado mediante a comparação do somatório dos pontos atribuídos a cada uma das suas características e um “ponto de corte”, que distingue os indivíduos cumpridores dos potenciais incumpridores (Costa, 1992).

Uma das principais críticas a este tipo de modelos de notação de crédito, apesar da sua robustez estatística em termos conceptuais, reside na falta de um modelo explicativo, no que se refere às variáveis utilizadas (Capon 1982).

Estes sistemas de notação de crédito, que começaram a ser utilizados nos EUA na década de 30, conheceram uma progressiva vulgarização a partir da década de 60, graças ao desenvolvimento da tecnologia informática (Capon 1982). Esse desenvolvimento tem sido ainda acompanhado por bastante investigação relativa à utilização de modelos de análise *scoring*, na concessão e previsão de incumprimentos ao nível do Crédito Pessoal ou Crédito ao Consumo, quer através das formas tradicionais de crédito titulado, quer de outras formas, tais como o uso dos Cartões de Crédito, sobretudo nos EUA, no Reino Unido e, de uma forma mais moderada, em outros países da Europa.

Estes modelos ou sistemas de notação numérica de crédito são normalmente construídos com base em modelos estatísticos multivariados, desenvolvidos a partir da selecção de amostras de clientes cumpridores e incumpridores, que constam dos registos das instituições. Considerando que estas amostras foram previamente objecto de selecção esta metodologia é, segundo alguns autores, discutível podendo conduzir a resultados enviesados (Wiginton, 1980 e Capon, 1982 e ainda Steenackers e Goovaerts, 1989).

2.2.1. Modelos de avaliação de crédito pessoal

Os sistemas de classificação ou *rating*, tradicionalmente utilizados na concessão do crédito, são normalmente desenvolvidos pelos departamentos de risco das IF e pretendem definir procedimentos que conduzam à recolha de informação sobre as variáveis relevantes do risco de crédito para posterior análise e ponderação, de forma consistente.

Uma das metodologias mais conhecidas consiste no chamado sistema dos cinco “Cs” do crédito (Ross, Westerfield e Jaffe, 1996).

- 1- Carácter do devedor em relação ao cumprimento das obrigações assumidas;
- 2- Capacidade do devedor em gerar o rendimento necessário para cumprir as obrigações;
- 3- Capital ou património financeiro do devedor;
- 4- Colateral oferecida como garantia para a eventualidade de ocorrência de incumprimento;
- 5- Condições económicas de carácter geral que podem afectar o cumprimento da obrigação.

Nestes sistemas, a informação qualitativa e quantitativa é tratada de forma a produzir no analista a percepção de qual o grupo de risco a que o indivíduo em causa pertence, a partir de uma definição prévia de grupos de risco.

A maior rapidez exigida no processo de concessão de crédito levou ao desenvolvimento dos sistemas automatizados de avaliação de risco, baseados na atribuição de uma nota numérica - sistema de notação numérica ou de *scoring*³.

Capon (1982) refere que, na década de 80, 20% a 30% de todas as decisões de crédito ao consumo eram tomadas mediante a utilização de sistemas de notação numérica, e que a maior parte das grandes IF procediam à notação dos pedidos utilizando um elevado número de sistemas de análise discriminante (Altman et al., 1981).

Os modelos empíricos de análise discriminante e de regressão múltipla utilizam estatísticas para seleccionar as características e determinar a respectiva ponderação, numa função que conduza a uma melhor classificação dos clientes no seu grupo de risco. Surgem, no entanto, algumas críticas aos modelos mais sofisticados de análise discriminante (Myers e Forgy, 1963), as quais questionam a qualidade da previsão destes modelos, relativamente aos ponderadores estimados e ao seu contributo para uma melhor discriminação.

Quanto às técnicas estatísticas utilizadas, estas podem ser paramétricas ou não paramétricas. Das técnicas paramétricas destacam-se as análises univariadas e multivariadas. Destas últimas, as técnicas mais utilizadas na análise do risco de crédito são a análise discriminante, o “logit” e o “probit” (Altman et al., 1981) sendo que as duas últimas não irão ser objecto de análise neste estudo.

Quanto à aplicação de uma abordagem não paramétrica, como forma de ultrapassar as limitações colocadas pela análise discriminante (ponto 2.3.3.1), têm sido utilizados métodos como o da vizinhança mais próxima entre outros, ver Chatterjee e Barcun (1970) e Neves e Silva (1998).

Estes modelos de notação numérica podem ainda ser classificados como teóricos ou empíricos, com desenvolvimentos mais ou menos sofisticados do ponto de vista técnico (Neves e Silva, 1998). Enquanto que os modelos teóricos são os mais utilizados na prática por se basearem na sensibilidade e experiência e conhecimento teórico, os empíricos utilizam estatísticas para seleccionar características e determinar a respectiva ponderação, numa função que conduza a uma melhor classificação do indivíduo no seu grupo de risco.

³ Sobre a distinção entre *Scoring* e *Rating*, Cf. Neves e Silva (1998).

O âmbito de utilização destes modelos baseados em métodos quantitativos tem vindo a crescer no âmbito da avaliação do risco de crédito, estando actualmente a ser utilizados noutros tipos de crédito para além do crédito ao consumo. Analisando a evolução ocorrida, conclui-se que a penetração destes modelos noutros tipos de crédito é função de vários factores tais como: a natureza, a dimensão e informação disponível sobre os devedores.

Estes modelos começaram por ser aplicados a um tipo de crédito de baixo valor, por natureza atomizado, em que a informação financeira do devedor é escassa e em que, motivado pela crescente concorrência entre as instituições financeiras, a capacidade de resposta da decisão tem que ser imediata. Contudo, a sua utilização está actualmente a ser estendida às pequenas e médias, e mesmo grandes, empresas (Caouette, Altman e Narayanan, 1998) e ainda, a pequenos negócios de particulares, empresários em nome individual, (Connor e Weinman, 1999).

2.2.2. Justificação do modelo utilizado no estudo

Considerando que o sistema de classificação de bons e maus pagadores, em utilização na IF que disponibilizou os dados, assenta actualmente no método estatístico de análise discriminante, optámos pela utilização deste método no presente estudo.

Assim, com base na informação recolhida relativa à carteira de crédito pessoal, procedeu-se ao que se pode designar por “análise do sistema implantado” sem antes, no entanto e em termos formais, se ter caracterizado este método estatístico.

2.3. Introdução à Análise Discriminante

2.3.1. Introdução

A análise discriminante consiste numa metodologia estatística que foi inicialmente desenvolvida por R.A. Fisher nos anos 30, surgindo como uma evolução das técnicas de análise de variância univariada (Altman et al., 1981). Tendo por objectivo inicial o tratamento de problemas de classificação no âmbito da biologia e ciências sociais, cedo alargou o seu campo de aplicação a muitos outros domínios, nomeadamente à área Financeira (Altman, 1983).

Tratando-se de uma metodologia já bastante conhecida, apenas é de referir os autores que, embora abordando a análise multivariada, dedicam amplos capítulos à análise discriminante como, por exemplo: Mardia, Kent e Bibby (1979), Afifi e Clark (1984) este último numa vertente mais prática, Reis (1997) e Chatfield e Collins (1980), numa breve referência.

É ainda de referir outros autores que desenvolveram o referido modelo para aplicação à área financeira, nomeadamente, Altman (1983) e Altman et al., (1981).

2.3.2. Objectivos da análise discriminante

Esta técnica de análise multivariada é utilizada na “descoberta” das características que distinguem os membros de um grupo dos do outro, de modo que conhecidas as características de um novo indivíduo, se possa prever a que grupo ele pertence (Reis e Moreira, 1993).

Acrescente-se que esta “descoberta” é levada a cabo através da estimação de combinações dessas características (variáveis independentes) que permitam discriminar entre os dois grupos, de modo a minimizar a probabilidade de erro de incorrecta classificação a posteriori. Daqui sobressaem como objectivos principais: objectivos de classificação, por um lado, e de previsão, por outro.

2.3.3. Formalização do modelo de análise discriminante

2.3.3.1. Função discriminante

Consideremos o seguinte modelo relativo à diferença entre duas populações discretas, representando uma os bons pagadores ou cumpridores e outra os maus pagadores ou incumpridores de crédito concedido, de dimensão N_1 e N_0 , respectivamente. Seja a pertença a cada população ou grupo tipificado representada pela variável Y tal que:

$$\begin{aligned} Y_n &= 1 && \text{se o cliente é cumpridor (grupo 1)} \\ Y_n &= 0 && \text{se o cliente é incumpridor (grupo 0)} \end{aligned}$$

Cada cliente é caracterizado por m variáveis independentes X , podendo X , relativamente à n ésima observação, ser representado por um vector coluna de comprimento m :

$$\text{isto é: } X_n = (x_n^{(1)}, x_n^{(2)}, \dots, x_n^{(m)})'$$

em que cada variável corresponde a uma característica (rendimento, sexo, idade, estado civil,...) que, em termos de modelo, se julga poder estar relacionada com o estado do devedor como cumpridor ou incumpridor (Altman et al., 1981).

Pressupondo que:

- 1- Os grupos são provenientes de populações que seguem uma distribuição normal multivariada para as m variáveis discriminantes;

Para o grupo 1-cumpridores:

- $X_n \sim N(\mu_1, \Sigma_1)$, em que μ_1 , é um vector média, de comprimento m e Σ_1 é a matriz de variância e covariância (mxm)

Para o grupo 0 - incumpridores:

- $X_n \sim N(\mu_0, \Sigma_0)$, em que μ_0 , é um vector média, de comprimento m e Σ_0 é a matriz de variância e covariância (mxm)

- 2- A variabilidade dentro dos grupos é idêntica, o que obriga a que as matrizes de variância e covariância sejam iguais ($\Sigma_1 = \Sigma_0$), para os dois grupos;

A estes dois pressupostos metodológicos poderão ainda ser acrescentados cinco outros pressupostos (Reis, 1997):

- 3- Existe um critério pré-definido que permite dividir os clientes entre cumpridores e incumpridores e que consiste na existência de prestações em dívida;
- 4- O número de observações em cada grupo tem que ser superior a duas (N_0 e $N_1 \geq 2$);
- 5- O número de variáveis discriminantes m é menor que o número total de clientes menos duas ($0 < m < N-2$);

6 – Nenhuma das variáveis discriminantes é combinação linear das restantes.

A análise discriminante linear, inicialmente sugerida por Fisher em 1936, propõe a determinação de uma combinação linear das variáveis X , constituindo uma função discriminante do tipo:

$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_m X_m$$

em que os a_j são coeficientes de ponderação e os X_j as variáveis discriminantes não-normalizadas, de modo a maximizar o coeficiente entre a diferença de médias das combinações para os dois grupos.

Segundo o mesmo autor, exprimindo a combinação linear de X por $Y = \underline{a}' \underline{X}$, a análise discriminante pretende encontrar o vector de ponderadores \underline{a} tal de modo a que o critério Δ , abaixo definido, seja maximizado:

$$\text{Sendo: } \Delta = \frac{(\underline{a}' \underline{\mu}_1 - \underline{a}' \underline{\mu}_2)^2}{\underline{a}' \underline{\Sigma} \underline{a}}$$

-Dado que em muitas aplicações não se conhecem $\underline{\mu}_i$ e $\underline{\Sigma}$, poderá ser necessário utilizar os estimadores \bar{X}_i e \bar{S} , respectivamente, sendo S a matriz de variâncias covariâncias estimada a partir das matrizes dos grupos, e a função discriminante estimada a partir destes estimadores amostrais.

Uma vez estimada a função discriminante, é possível calcular os centróides para cada um dos grupos; ou seja, o ponto do espaço m -dimensional cujas coordenadas são as médias aritméticas das variáveis discriminantes para os indivíduos pertencentes ao mesmo grupo:

$$\bar{Y}_1 = \underline{a}' \bar{X}_1 \text{ e } \bar{Y}_0 = \underline{a}' \bar{X}_0$$

É precisamente a diferença entre os dois centróides que é desejável testar, tendo como objectivo determinar se é significativamente diferente do ponto de vista estatístico, o que pode ser efectuado através de uma aproximação à distribuição F de Snedcor (Reis, 1997).

A classificação de cada cliente é efectuada a partir da função discriminante estimada e através do cálculo do valor dessa função para cada cliente (*score*). De acordo com o critério de classificação de Fisher para

dois grupos, o cliente deverá ser classificado como bom pagador se estiver mais próximo do centróide deste grupo do que do centróide do grupo dos maus pagadores, isto é, se a distância entre o seu score discriminante e o centróide do grupo 1 for inferior à distância entre o seu score e o centróide do grupo 0:

$$\left| \underline{a}' (\underline{x}_1 - \overline{\underline{x}}_1) \right| < \left| \underline{a}' (\underline{x}_0 - \overline{\underline{x}}_0) \right|$$

e classificado no grupo dos maus pagadores, no caso contrário.

Uma versão equivalente desta regra (Reis, 1997) utiliza o ponto médio, ou ponto crítico Y_c , definido a partir dos centróides dos dois grupos e consiste em classificar o cliente n no grupo 1 se $Y_n > Y_c$, e no grupo 0 se $Y_n \leq Y_c$.

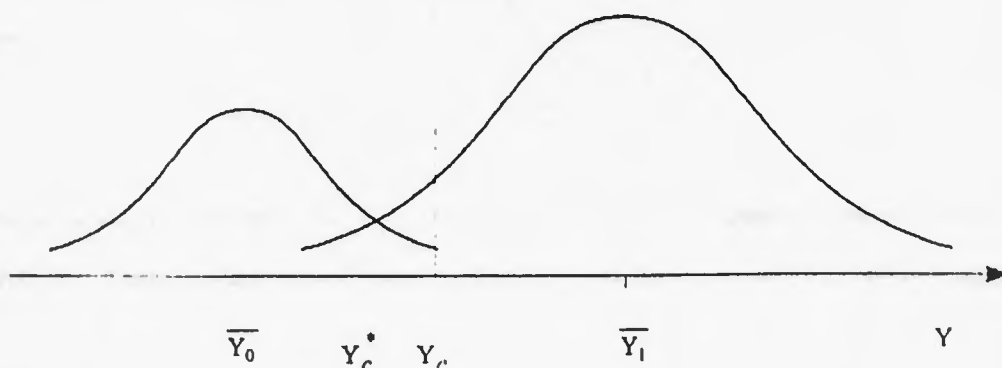
Para que a aplicação desta regra de classificação seja válida, é necessário que se verifiquem os pressupostos da análise discriminante, nomeadamente, que a dimensão dos grupos seja idêntica.

Para grupos de diferentes dimensões, como normalmente ocorre na análise de risco de crédito, a regra deverá ser ponderada, por forma a que as probabilidades de classificação incorrecta sejam iguais para os dois grupos. Assim, o ponto crítico deverá ser calculado através da ponderação dos valores médios dos grupos, pela respectiva dimensão:

$$Y_c^* = \frac{n_1 \overline{Y}_0 + n_0 \overline{Y}_1}{n_0 + n_1}$$

Esta correcção está claramente ilustrada na figura seguinte

Figura 2.1- Regra de classificação para dois grupos com dimensões diferentes



2.3.3.2. Classificação e probabilidades

A questão da previsão, em termos de classificação, coloca-se relativamente a dois aspectos: saber a que grupo o indivíduo pertence e, por outro lado, determinar as respectivas probabilidades de inclusão num ou noutro grupo.

Segundo Reis (1997), quando se tratam populações normais é possível calcular as probabilidades de cada indivíduo pertencer a cada um dos grupos, a partir dos seus scores discriminantes, utilizando o conceito de probabilidade condicionada e o teorema de Bayes.

Seja:

$P[G_1] \dots$ = a probabilidade incondicional (a priori) de um cliente pertencer ao grupo 1.

$P[Y/G_1]$ = a probabilidade condicionada de um cliente ter um determinado *score* dado que pertence ao grupo 1.

$P[G_1/Y]$ = a probabilidade de um cliente pertencer ao grupo 1 dado que obteve o *score* discriminante Y, ou probabilidade a posteriori.

Considerem-se idênticas definições para o grupo 0. Da regra de Bayes temos que:

$$\frac{P[G_1/Y]}{P[G_0/Y]} = \frac{P[Y/G_1] * P[G_1]}{P[Y/G_0] * P[G_0]}$$

Cada cliente é classificado no grupo para o qual apresenta uma maior probabilidade a posteriori; ou seja, o cliente será classificado no grupo dos bons pagadores se:

$$P[G_1/Y] > P[G_0/Y],$$

ou, o que é o mesmo:

$$P[Y/G_1] * P[G_1] > P[Y/G_0] * P[G_0]$$

pelo que:

$$\frac{P[Y/G_1]}{P[Y/G_0]} > \frac{P[G_0]}{P[G_1]}$$

Para efeitos de simplicidade da análise, iremos assumir que não existem custos explícitos, derivados da incorrecta classificação dos indivíduos e consequente risco de incumprimento. A tomada em consideração

destes custos, caso o objectivo seja a minimização do custo total esperado de incorrecta classificação, levaria à reformulação da regra anterior (Costa, 1992).

2.4. *Análise do sistema de notação numérica de crédito ao consumo implantado*

Irei neste ponto, conforme referido anteriormente, proceder à análise do sistema implantado na IF que disponibilizou os dados e, com base neles, ajustar um modelo de classificação entre clientes cumpridores e incumpridores, aplicando o método de análise discriminante, conforme referido em 2.2.2.

Por uma questão de confidencialidade, não é referido neste trabalho nem o nome da instituição, nem a data a que se reportam os elementos recolhidos. Refira-se, no entanto, tratar-se de um sistema implantado recentemente numa IF portuguesa de dimensão média, não existindo qualquer base de dados histórica anterior.

2.4.1. Recolha da informação

Das cerca de 13.200 propostas que deram entrada na IF durante os seis primeiros meses de implementação do novo sistema de notação, foram recolhidos os seguintes elementos que correspondem ao formulário de petição inicial, e aos quais foram atribuídos os seguintes códigos:

Quadro 2.1. - Características discriminantes

N.º	Característica	Código
1	Idade do Proponente	Id.
2	Estado Civil	EC
3	Tipo de Residência	Re
4	Antiguidade na Actual Morada	AR
5	Sector Profissional	SP
6	Profissão	Pr
7	Antiguidade no Actual Emprego	AE
8	Código Postal	CP
9	Rendimento Disponível Agregado/Prestação Mensal ¹	TE
10	% de Pagamento imediato ou a Pronto ²	PP
11	Antiguidade como Cliente do Banco	AB
12	Tipo de Relação com o Banco	RB
13	Saldo Médio (últimos 12 meses)	SM
14	Indicador Telefónico ³	IT

- 1- Rácio que define a taxa de esforço mensal
- 2- Percentagem de entrada na aquisição de um equipamento ou serviço
- 3- Quantidade de telefones que o solicitante possui

Dos pedidos recebidos, 9.246 foram aprovados pela IF, representando uma percentagem de aprovação da ordem dos 70%:

Quadro 2.2. - Situação dos pedidos recebidos

Pedidos Recebidos	Nº	%
Aprovados	9.246	70,0
Recusados	3.954	30,0
Total	13.200	100,0

Dos pedidos aprovados, apenas 2.735 deram lugar a contratos efectivamente celebrados, o que representa uma percentagem de cerca de 21% de contratos celebrados do total de pedidos recebidos:

Quadro 2.3. - Contratos celebrados

Pedidos Recebidos	Nº de propostas	%
Com contrato	2.735	20,7
Sem contrato	10.465	79,3
Total	13.200	100,0

Uma vez que os elementos relativos a cada pedido não estavam directamente disponíveis a partir do sistema central da IF, foram utilizadas ferramentas de “query” que, em conjunto com o Microsoft Access, possibilitaram a preparação de um ficheiro único, do tipo folha de cálculo, com toda a informação recolhida que foi trabalhada no Microft Excel e SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).

2.4.1.1. Definição de cliente incumpridor

Com base nos elementos recolhidos, foram identificados os contratos com prestações em atraso, em número e em valor das prestações vencidas.

Com base nestes dados, considerou-se que um cliente incumpridor é aquele que tem, pelo menos, uma prestação vencida .

Zandi (1997), citando *The American Bankers Association*, considera que o incidente de incumprimento se verifica logo após a primeira prestação em atraso. Refira-se a regulamentação do BP a este respeito, que considera como situação de incumprimento, e portanto passível de provisionamento, o momento imediatamente após a primeira prestação vencida, para os créditos em que a garantia ou colateral é um

título executivo (garantia pessoal), não fazendo distinção entre o tipo de crédito quanto à sua finalidade (Aviso do BP nº 3/95).

Refira-se, ainda, que a metodologia seguida é semelhante à utilizada tradicionalmente para as obrigações de empresas (Caouette, Altman e Narayanan, 1998), embora noutros tipos de crédito a particulares o incumprimento só deva ser considerado quando o atraso ultrapassa os 90 dias, ou seja, três prestações mensais (Eales e Bosworth, 1998).

Os quadros seguintes indicam o número de incumpridores e respectiva proporção (em percentagem) em número e em valor:

Quadro 2.4. - Proporção de incumpridores de Crédito Pessoal (em número)

Tipo de Cliente	Número de contratos	%
Número de Clientes Cumpridores	2.626	96,0
Número de Clientes Incumpridores	109	4,0
Total	2.735	100,0

Quadro 2.5. - Proporção de incumpridores de Crédito Pessoal (em valor)

10³ Escudos

Crédito vencido	Montante concedido	%
126.907 *	3.607.270	3,5

* Considera-se aqui como crédito vencido as prestações vencidas acrescidas das prestações vincendas, o que é uma posição mais restrita que o fixado pelo BP (Aviso nº 3/95).

2.4.2. Amostra considerada

2.4.2.1. Dimensão

Foi considerada, para posterior tratamento, a totalidade dos 2.735 contratos de crédito efectivamente celebrados com clientes. Os restantes pedidos que não deram origem a contratos (quer os aprovados, quer os recusados), foram retirados da amostra inicial que irá ser objecto de estimação do modelo de classificação.

2.4.2.2. Breve caracterização

Um aspecto a realçar, relativamente aos elementos recolhidos, diz respeito à possibilidade de não resposta a algumas das características do formulário de petição inicial. No quadro seguinte, identificam-se as questões de resposta obrigatória e facultativa e as respectivas percentagens de não resposta, verificadas:

Quadro 2.6. - Características discriminantes recolhidas

Nº	Característica	Resposta obrigatória	% de “não respostas”
1	Idade do Proponente	Sim	-
2	Estado Civil	Sim	-
3	Tipo de Residência	Sim	-
4	Antiguidade na Actual Morada	Não	0,6%
5	Sector Profissional	Sim	-
6	Profissão	Não	0,7%
7	Antiguidade no Actual Emprego	Não	0,6%
8	Código Postal	Sim	-
9	Rendimento Disponível Agregado/Prestação Mensal	Sim	-
10	Percentagem de Pagamento imediato ou a pronto	Não	1,6%
11	Antiguidade como Cliente do Banco	N/A*	-
12	Tipo de Relação com o Banco	N/A*	-
13	Saldo Médio (últimos 12 meses)	N/A*	-
14	Indicador Telefónico	Não	1%

* Estas características são obtidas directamente a partir da base de dados da IF.

Conclui-se que o número total de *não respostas* verificado, no total da amostra, é muito reduzido.

2.4.3. Metodologia

Foi utilizada toda a informação disponível relativa aos contratos celebrados. Isto significa que foi considerado o universo de créditos concedidos (2.735, ponto 2.4.1.), bem como todas as características relativas a cada cliente que constavam na base de dados da instituição.

No que respeita à transformação das variáveis que se mostrou necessário efectuar, houve que ponderar:

- A presença de variáveis de natureza qualitativa;
- O agrupamento de variáveis originais em classes;
- Nos casos de resposta facultativa foi introduzida a característica - sem resposta

Refira-se que todas as características de resposta obrigatória não respondidas foram expurgadas da amostra inicial de base.

Assim, todas as variáveis retidas para a análise foram transformadas em variáveis mudas ou binárias, (assumindo só valores de 0 ou 1), da forma que se apresenta no quadro seguinte (Kolesar e Showers, 1985):

Quadro 2.7. - Definição das variáveis discriminantes

Sigla	Característica	1	0
<i>CIC</i>	<i>Classificação Cliente</i>	“Cumpridor”	“Incumpridor”
<i>Id</i>	<i>Idade do Proponente</i>		
Id1	18 < <24 anos	Indicado	Caso contrário
Id2	24 ≤ <27 anos	Indicado	Caso contrário
Id3	27 ≤ <34 anos	Indicado	Caso contrário
Id4	34 ≤ <45 anos	Indicado	Caso contrário
Id5	≥ 45 anos	Indicado	Caso contrário
<i>EC</i>	<i>Estado Civil</i>		
EC1	Casado	Indicado	Caso contrário
EC2	Viúvo/união de facto	Indicado	Caso contrário
EC3	Solteiro	Indicado	Caso contrário
EC4	Separado	Indicado	Caso contrário
EC5	Divorciado	Indicado	Caso contrário
<i>Re</i>	<i>Tipo de Residência</i>		
Re1	Própria	Indicado	Caso contrário
Re2	Familiares	Indicado	Caso contrário
Re3	Aluguer	Indicado	Caso contrário
Re4	Emprego	Indicado	Caso contrário
<i>AR</i>	<i>Antiguidade na Actual Morada</i>		
AR1	<1 ano	Indicado	Caso contrário
AR2	1 ≤ <3 anos	Indicado	Caso contrário
AR3	3 ≤ <5 anos	Indicado	Caso contrário
AR4	≥ 5 anos	Indicado	Caso contrário
AR5	Não Respondeu	Indicado	Caso contrário
<i>SP</i>	<i>Sector Profissional</i>		
SP1	Privado/Efectivo	Indicado	Caso contrário
SP2	Público/Efectivo	Indicado	Caso contrário
SP3	Reformado	Indicado	Caso contrário
SP4	Privado/Prazo	Indicado	Caso contrário
SP5	Público/Prazo	Indicado	Caso contrário
SP6	Conta Própria	Indicado	Caso contrário
SP7	Estudante/Doméstica	Indicado	Caso contrário
<i>Pr</i>	<i>Profissão</i>		
Pr1	Administradores e Quadros Dirigentes	Indicado	Caso contrário
Pr2	Quadros Técnicos e Científicos	Indicado	Caso contrário
Pr3	Quadros Médios	Indicado	Caso contrário
Pr4	Advogados e Professores	Indicado	Caso contrário
Pr5	Militares / Polícias / Seguranças	Indicado	Caso contrário
Pr6	Artistas / Desportistas	Indicado	Caso contrário
Pr7	Trabalhadores dos Transportes	Indicado	Caso contrário
Pr8	Pequenos Gestores	Indicado	Caso contrário
Pr9	Profissionais de Serviços e Administrativos	Indicado	Caso contrário
Pr10	Profissionais Domésticos	Indicado	Caso contrário
Pr11	Agricultura / Pescas / Outras	Indicado	Caso contrário
Pr12	Indústrias de Exploração e Manufatura	Indicado	Caso contrário

Quadro 2.7. - Definição das variáveis discriminantes (cont.)

Sigla	Característica	1	0
Pr13	Profissionais de Comércio e Vendas	Indicado	Caso contrário
Pr14	Aposentados / Reformados / Pensionistas	Indicado	Caso contrário
Pr15	Estudantes / Donas de Casa	Indicado	Caso contrário
Pr16	Não Respondeu	Indicado	Caso contrário
AE	<i>Antiguidade no Actual Emprego</i>		
AE1	<1 Ano	Indicado	Caso contrário
AE2	$1 \leq <3$ Anos	Indicado	Caso contrário
AE3	$3 \leq <6$ Anos	Indicado	Caso contrário
AE4	≥ 6 Anos	Indicado	Caso contrário
AE5	Não Respondeu	Indicado	Caso contrário
CP	<i>Código Postal</i>		
CP1	Algarve	Indicado	Caso contrário
CP2	Grande Lisboa Margem Sul	Indicado	Caso contrário
CP3	Estremadura	Indicado	Caso contrário
CP4	Alentejo	Indicado	Caso contrário
CP5	Zona Centro Coimbra	Indicado	Caso contrário
CP6	Porto/Grande Porto	Indicado	Caso contrário
CP7	Grande Lisboa	Indicado	Caso contrário
CP8	Zona Centro	Indicado	Caso contrário
CP9	Zona Centro Aveiro	Indicado	Caso contrário
CP10	Lisboa	Indicado	Caso contrário
CP11	Zona Centro Aveiro	Indicado	Caso contrário
CP12	Ribatejo	Indicado	Caso contrário
CP13	Ilhas	Indicado	Caso contrário
CP14	Minho	Indicado	Caso contrário
TE	<i>Rendimento Disponível Agregado/Prestação Mensal</i>		
TE1	$\geq 2,5$	Indicado	Caso contrário
TE2	$1,5 \leq <2,5$	Indicado	Caso contrário
TE3	$0,8 \leq <1,5$	Indicado	Caso contrário
TE4	$<0,8$	Indicado	Caso contrário
PP	<i>% de Pagamento imediato ou a Pronto</i>		
PP1	0%	Indicado	Caso contrário
PP2	$1\% \leq <10\%$	Indicado	Caso contrário
PP3	$10\% \leq <20\%$	Indicado	Caso contrário
PP4	$\geq 20\%$	Indicado	Caso contrário
PP5	Não Respondeu	Indicado	Caso contrário
AB	<i>Antiguidade como Cliente do Banco</i>		
AB1	Novo Cliente	Indicado	Caso contrário
AB2	Cliente <1 ano	Indicado	Caso contrário
AB3	Cliente $1 \leq <3$ anos	Indicado	Caso contrário
AB4	Cliente $1 \leq <6$ anos	Indicado	Caso contrário
AB5	Cliente ≥ 6 anos	Indicado	Caso contrário
RB	<i>Tipo de Relação com o Banco</i>		
RB1	Novo Cliente	Indicado	Caso contrário
RB2	Conta DO	Indicado	Caso contrário
RB3	Empréstimos	Indicado	Caso contrário
RB4	Aplicações	Indicado	Caso contrário
RB5	Crédito Hipotecário	Indicado	Caso contrário
RB6	Cartões de Crédito	Indicado	Caso contrário
SM	<i>Saldo Médio (últimos 12 meses)</i>		
SM1	Novo Cliente	Indicado	Caso contrário
SM2	$1 \leq <50$ cts	Indicado	Caso contrário
SM3	$50 \text{ cts} \leq <100 \text{ cts}$	Indicado	Caso contrário
SM4	$\geq 100 \text{ cts}$	Indicado	Caso contrário
SM5	Sem informação	Indicado	Caso contrário

Quadro 2. 7 - Definição das variáveis discriminantes (cont.)

Sigla	Característica	1	0
IT	<i>Indicador Telefónico</i>		
IT1	Não Respondeu	Indicado	Caso contrário
IT2	Casa	Indicado	Caso contrário
IT3	Emprego/Telemóvel	Indicado	Caso contrário
IT4	Emprego/Telemóvel e Casa	Indicado	Caso contrário

Com base nas variáveis referidas, construí-se o sistema de classificação de clientes de crédito pessoal, tendo-se aplicado, como já referido, o modelo de análise discriminante.

Apesar de todas as variáveis discriminantes serem dicotómicas, foi utilizada a análise discriminante linear, uma vez que alguns autores concluem que esta metodologia continua a ser robusta, mesmo neste caso, no que se refere à violação do pressuposto da normalidade da sua distribuição (Altman et al., 1981 e também Reis, 1997).

2.4.4. Tratamento preliminar da informação

Antes de se iniciar a estimação do modelo de classificação, procedeu-se ao tratamento estatístico que consistiu em obter as características de cada uma das possíveis variáveis explicativas, considerando ainda a população de indivíduos como um todo. Isto é, não foi introduzida qualquer separação em função da característica qualitativa (“cumpridor” ou “incumpridor”) que se pretende explicar. Estas características foram a média e o desvio-padrão.

Os valores obtidos para cada uma das características consideradas constam do Anexo 1 (Quadro A 1.1) e, para exemplificar a situação, reproduzem-se os valores referentes à primeira - a Idade.

Quadro 2.8. - Estatísticas de cada característica discriminante

Id - Idade

	Id1	Id2	Id3	Id4	Id5
Nº Observações	130	207	630	920	848
Média	0,0475	0,0757	0,2303	0,3364	0,3101
Desvio Padrão	0,2128	0,2645	0,4211	0,4726	0,4626

Numa breve caracterização da amostra, considerada em termos das suas características (Anexo 1- Quadros A 1.2 e A 1.3):

- A classe etária com maior peso na amostra (34 %) é a que está compreendida entre os 34 e 45 anos. O estado civil é maioritariamente casado (67 %), e 55 % dos clientes possui residência própria onde reside há, pelo menos, 5 anos (69 %).
- No que respeita aos elementos profissionais, temos que 60 % são trabalhadores efectivos no sector privado, 23% são profissionais de serviços e administrativos, seguido de muito perto (21%) das indústrias de exploração e manufactura apresentando, em termos médios, uma antiguidade no emprego igual ou superior a 6 anos.
- Verifica-se que 18% dos solicitantes reside na área do Porto ou grande Porto e 14% na grande Lisboa.
- Em termos económicos, a prestação do empréstimo representa, no máximo, 40% do rendimento disponível em 96% dos casos, com cerca de 53% pagando até 10% do valor do bem ou serviço a adquirir, antecipadamente ou a pronto pagamento.
- Quanto à relação com o banco, verifica-se que 67% dos solicitantes são novos clientes captados. O indicador telefónico indica que 58% dos solicitantes possuem telefone no emprego, na residência e telemóvel.

Como elementos adicionais, podemos referir o rendimento médio, a prestação média e os encargos médios com a habitação).

Quadro 2.9. - Características financeiras da população

10³ Escudos

Características Financeiras	Valor
Rendimento médio	422
Encargos médios (habitação e outros)	36
Rendimento disponível médio	386
Prestação mensal média (do empréstimo)	34

Refira-se ainda que o valor médio de cada contrato de crédito é de 1.318 contos, aproximadamente, variando entre um mínimo de 200 contos e um máximo de 6.200 contos, sendo a moda de 1.000 contos.

No que se refere à duração média de cada contrato, verifica-se que a média é de 48 meses, com mínimo de seis meses e o máximo de 60 meses, sendo a moda de 60 meses.

As finalidades deste tipo de crédito são várias, desde a aquisição de viatura, compra de equipamento, obras na habitação, cursos de formação etc.

A taxa de juro aplicada para todas as operações é de 10,5 %, fixa ao longo da vida do crédito, sendo o regime de prestações mensal com valor constante. Este tipo de crédito é colaterizado por garantia pessoal (título executivo-livrança)

Algumas das variáveis, por construção do modelo, não poderiam deixar de apresentar elevadas correlações, o que tem implicações na análise estatística posterior, nomeadamente ao nível da multicolinearidade, como sejam, as variáveis que apresentam um coeficiente com sinal “trocado” ou a rejeição de variáveis teoricamente significativas.

Tendo em conta que a sistematização que vai ser feita tem por objectivo procurar a forma mais eficiente de diferenciar as duas sub-populações em análise, também não se deixou, nesta fase de tratamentos estatísticos preliminares, de analisar cada uma das subpopulações *per se*.

Assim, fomos calcular também o valor médio e desvio padrão de cada variável para cada uma das subpopulações consideradas e da população total (Anexo 1- Quadros A 1.3 e A 1.4.).

2.4.5. Resultados

A partir da população considerada, e com o recurso ao SPSS, procedeu-se à estimação do modelo forçando, inicialmente, a entrada de todas as variáveis. Optámos por este método em virtude de ser aquele que, em termos das variáveis consideradas, mais se aproxima do modelo utilizado pela IF.

Todas as variáveis foram consideradas independentes e a sua entrada, ou não, no modelo final, baseou-se no critério de tolerância. Uma variável com um baixo nível de tolerância indicia uma função linear de outras, pelo que a sua inclusão no modelo não acrescenta valor explicativo (Newbold, 1995 e ainda Steenackers e Goovaerts, 1989). Assim, algumas características inicialmente consideradas, por evidenciarem falta de poder explicativo, isto é, por não diferenciarem entre os dois grupos, foram, numa fase posterior retiradas do modelo (quadro 2.10.).

Quadro 2.10. - Variáveis que falham o teste de tolerância

Cód.	Característica	Classe
Id5	<i>Idade do Proponente</i>	≥ 45 anos
EC5	<i>Estado Civil</i>	Divorciado
Re4	<i>Tipo de Residência</i>	Emprego
AR5	<i>Antiguidade na Actual Morada</i>	Não respondeu
SP7	<i>Sector Profissional</i>	Estudante/ Doméstica
Pr16	<i>Profissão</i>	Não Respondeu
AE5	<i>Antiguidade no Actual Emprego</i>	Não respondeu
CP14	<i>Código Postal</i>	Minho
TE4	<i>Rendimento Disponível Agregado/Prestação Mensal</i>	≥2,5
PP5	<i>% de Pagamento imediato ou a pronto pagamento</i>	Não respondeu
AB5	<i>Antiguidade como Cliente do Banco</i>	Cliente ≥6anos
RB1	<i>Tipo de Relação com o Banco</i>	Novo cliente
RB6	<i>Tipo de Relação com o Banco</i>	Cartões de Crédito
SM1	<i>Saldo Médio</i>	Novo cliente
SM5	<i>Saldo Médio</i>	Novo cliente
IT4	<i>Indicador Telefónico</i>	Emprego/ Telemóvel e Casa

Nota: Para um nível de tolerância de 0,001

No Anexo 1 (Quadro A 1.5) apresentam-se os coeficientes não estandardizados, estandardizados, estruturais, bem como os coeficientes de Fisher.

Procede-se, em síntese, à análise dos coeficientes apenas referentes às características mais relevantes. Em termos absolutos, as variáveis que dão uma contribuição mais significativa para a formação dos *scores* individuais (coeficientes não estandardizados) são:

Quadro 2.11. - Variáveis com maiores coeficientes não estandardizados

Cód.	Características
AR1	<i>Antiguidade na Actual Morada: < 1 ano</i>
Re3	<i>Tipo de Residência: Aluguer</i>
AE3	<i>Antiguidade no Actual Emprego: 3 anos ≤ <6 anos</i>
Pr7	<i>Profissão: Trabalhadores dos Transportes</i>
SP2	<i>Sector Profissional: Público/Efectivo</i>

Em termos de contribuição relativa para a função discriminante da variável associada (coeficientes estandardizados) temos:

Quadro 2.12. - Variáveis com maiores coeficientes estandardizados

Cód.	Características
SP2	<i>Sector Profissional</i> : Público/Efectivo
Re1	<i>Tipo de Residência</i> : Própria
AE4	<i>Antiguidade no Actual Emprego</i> : ≥ 6 anos
AE3	<i>Antiguidade no Actual Emprego</i> : 3 anos \leq <6 anos
Re3	<i>Tipo de Residência</i> : Aluguer

As variáveis que maior relação apresentam com a função discriminante, ou em que a função detém o maior poder explicativo representado na variável (coeficientes estruturais) são:

Quadro 2.13. - Variáveis com maiores coeficientes estruturais

Cód.	Características
AB1	<i>Antiguidade como Cliente do Banco</i> : Novo Cliente
SP2	<i>Sector Profissional</i> : Público/Efectivo
AB3	<i>Antiguidade como Cliente do Banco</i> : Cliente 1 \leq <3 anos
SM4	<i>Saldo Médio (últimos 12 meses)</i> : ≥ 100 cts
CP9	<i>Código Postal</i> : Zona Centro Aveiro

Ao nível dos coeficientes estruturais verifica-se a existência de um elevado número, em valor absoluto, próximo de 0, o que reflecte uma relação reduzida entre a variável e a função (Anexo 1).

Com base nos coeficientes determinados a partir das funções de classificação dos clientes cumpridores e incumpridores, determinaram-se os coeficientes de Fisher, a partir dos quais se construiu a função discriminante linear de Fisher:

Quadro 2.14. - Coeficientes da função discriminante de Fisher

Cód.	Coef. Fisher	Cód.	Coef. Fisher
Id1	0,3579	CP1	-0,6333
Id2	0,2852	CP2	-0,1864
Id3	-0,1438	CP3	-0,3402
Id4	0,3109	CP4	0,0913
EC1	-0,2070	CP5	-0,8010
EC2	0,1893	CP6	-0,2563
EC3	0,4199	CP7	0,0789
EC4	-0,0982	CP8	-0,2803
Re1	1,5386	CP9	-1,2021
Re2	1,3308	CP10	0,4269
Re3	1,9761	CP11	-0,3685
AR1	2,0794	CP12	1,3588

Quadro 2.14. - Coeficientes da função discriminante de Fisher (cont.)

Cód.	Coef. Fisher	Cód.	Coef. Fisher
AR2	-0,7405	CP13	-1,0000
AR3	-0,3096	TE1	0,4956
AR4	-0,3448	TE2	-0,1439
SP1	1,1389	TE3	0,0445
SP2	1,7914	PP1	0,1698
SP3	1,4540	PP2	-0,4183
SP4	1,2889	PP3	-0,4413
SP5	-0,1182	PP4	0,1946
SP6	1,3371	AB1	0,1991
Pr1	-1,7906	AB2	-0,2603
Pr2	-1,7256	AB3	-0,5087
Pr3	-0,8765	AB4	-0,5961
Pr4	-1,1015	RB2	-0,0319
Pr5	-0,8014	RB3	-0,1452
Pr6	-1,5686	RB4	-0,1524
Pr7	-1,8322	RB5	-0,3227
Pr8	-1,3240	SM2	0,2704
Pr9	-1,6507	SM3	-0,3089
Pr10	-0,2783	SM4	-0,0188
Pr11	-0,9870	IT1	0,4691
Pr12	-1,6494	IT2	0,4423
Pr13	-1,3312	IT3	0,7967
Pr14	-1,7406	Constante	-3,4700
Pr15	-1,6418		
AE1	-0,4926		
AE2	-1,5028		
AE3	-1,8395		
AE4	-1,5358		

Com base na análise dos coeficientes, as características que mais positivamente contribuem para a nota final, que classifica o cliente como cumpridor, são:

Quadro 2.15. - Características com maior coeficiente positivo

Cód.	Características	Coeficiente
AR1	<i>Antiguidade na Actual Morada: <1 ano</i>	2,0794
Re3	<i>Tipo de Residência: Aluguer</i>	1,9761
SP2	<i>Sector Profissional: Público/Efectivo</i>	1,7914
Re1	<i>Tipo de Residência : Própria</i>	1,5386
SP3	<i>Sector Profissional : Reformado</i>	1,4540

E os que mais negativamente contribuem para a nota final, que classifica o cliente como incumpridor, são:

Quadro 2.16. - Características com maior coeficiente negativo

Cód.	Características	Coeficiente
AE3	<i>Antiguidade no Actual Emprego: 3 anos ≤ <6 anos</i>	-1,8395
Pr7	<i>Profissão: Trabalhadores dos Transportes</i>	-1,8322
Pr1	<i>Profissão: Administradores e Quadros Dirigentes</i>	-1,7906
Pr14	<i>Profissão: Aposentados / Reformados / Pensionistas</i>	-1,7406
Pr2	<i>Profissão: Quadros Técnicos e Científicos</i>	-1,7256

Por outro lado, o teste de igualdade das médias dos dois grupos (clientes cumpridores e incumpridores), através da estatística do lambda de Wilks, revela que as diferenças entre os dois grupos são mínimas (valores muito próximos de 1) , Anexo 1- Quadro A 1.6.

A correlação canónica é uma medida comparável ao coeficiente de determinação, ou melhor, à sua raiz quadrada, no caso da regressão linear, uma vez que pretende avaliar a qualidade do modelo do coeficiente de Pearson entre o “*score*” discriminante e a variável *Y*. Este tipo de correlação diz-nos qual a relação existente entre a função discriminante e os grupos constituindo, em alternativa, outra forma de testar a validade da função para distinguir os grupos. Um coeficiente próximo de 0 para esta medida indicia a existência de uma relação fraca entre a função discriminante e os grupos definidos. No caso em estudo, este teste (quadro 2.17), resulta em que os dois grupos apresentam, para as variáveis, médias muito semelhantes, ou seja, a discriminação não é significativa entre os grupos.

Quadro 2.17 - Valores próprios e correlação canónica

Valor Próprio	% de Variância	Cumulativa %	Correlação Canónica
0,043822	100,0	100,0	0,204896

Sublinhe-se não se encontrarem validados os pressupostos da análise discriminante linear, nem no que se refere à normalidade condicional das populações, nem à igualdade das matrizes de variância/covariância, cujo teste de Box, em anexo, não foi possível efectuar, devido ao facto de a matriz de variância da subpopulação de incumpridores ser singular. Este teste serve para testar a rejeição da hipótese destas matrizes serem iguais para os dois grupos

Os resultados médios (centróides) obtidos, para cada um dos grupos foram os seguintes:

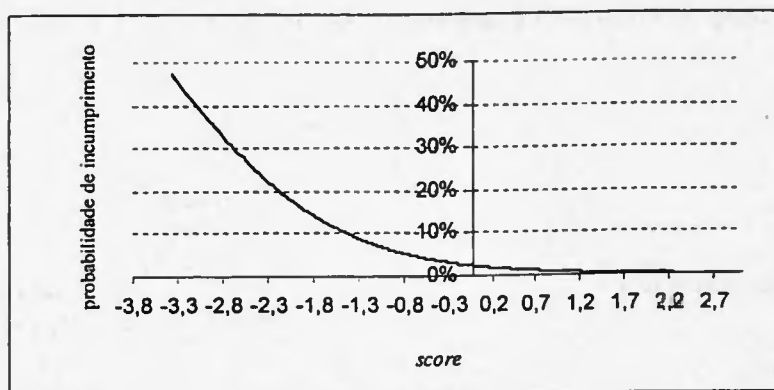
Quadro 2. 18. - Centróides dos grupos

Grupo	Valores
Incumpridores	-1,027122
Cumpridores	0,042634

Dado que estamos em presença de grupos de dimensões diferentes, a regra de classificação, conforme referido em 2.3.3.1, deverá ser ponderada para que as probabilidades de classificação incorrecta sejam iguais para ambos os grupos. Assim o ponto crítico será $Y^* = -0,984488$.

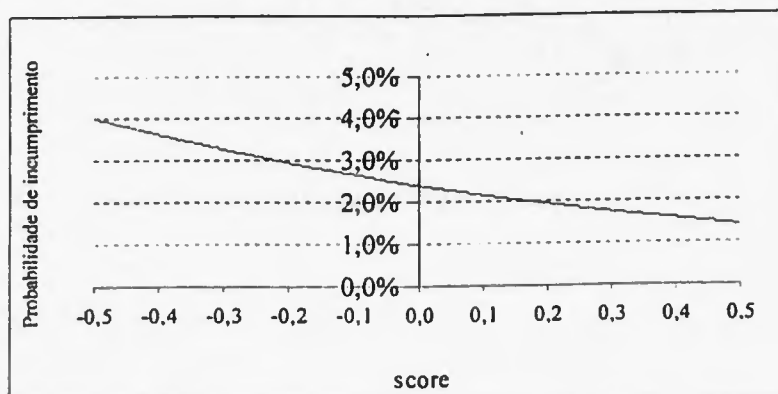
Procedeu-se ao cálculo das probabilidades de cada indivíduo pertencer a cada grupo a partir dos seus *scores* discriminantes, utilizando o conceito de probabilidade condicionada e o teorema de Bayes, descrito no ponto 2.3.3.2. Através do SPSS, procedeu-se ao cálculo das probabilidades à posteriori, o que se evidencia na figura seguinte:

Figura 2.2. - Relação nota obtida/probabilidade de incumprimento (I)



Ou em vista mais aproximada:

Figura 2.3. - Relação nota obtida/probabilidade de incumprimento (II)



Com base na relação *score*/probabilidade de incumprimento determinada, para uma probabilidade de incumprimento semelhante à verificada na realidade na IF, de 4%, *a posteriori* o “ponto de corte”, ponto que define em termos de *score* a aceitação/rejeição do cliente, deverá ser fixado em cerca de -0,50. Alterações no ponto de corte poderão, no entanto, ser feitas no sentido de que o modelo possa reflectir alterações nas condições económicas ou de política interna da IF, assegurando uma relação proveitos/custos adequada (Myers e Forgy, 1963).

2.4.6. Qualidade da função discriminante

Para avaliar a eficácia classificativa da análise discriminante, e portanto do modelo estimado, foi construída uma “matriz de classificações”, que compara as classificações iniciais (grupo original) com as classificações *a posteriori* e resultantes da aplicação da análise discriminante através do modelo estimado. O termo geral da matriz é n_{ij} (número de indivíduos classificados inicialmente no grupo i e cujo grupo previsto é j) (Reis, 1997):

Quadro 2.19. - Matriz de classificações

		Previsto (j) →	
Grupo Original (i) ↓	Nº de contratos	Cumpridores	Incumpridores
Cumpridores	2.626	2.626	0
Incumpridores	109	109	0
Total	2.735	2.735	0

A partir da matriz de classificações é possível calcular alguns indicadores:

- Percentagem de casos correctamente classificados (PCC):

$$PCC = \frac{\sum n_{ii}}{n} \times 100 = \frac{2.626}{2.735} = 96\%$$

- Percentagem de casos incorrectamente classificados (PIC):

$$PIC = \frac{\sum \sum n_{ij}}{2.735} \times 100 = 109 = 4\% \quad (\text{ou } PIC = 100 - PCC)$$

Verifica-se que, com base nesta metodologia, a aplicação do modelo não conduz a melhores classificações de clientes do que a resultante da mera classificação baseada na maior probabilidade α

priori (ponto 2.4.1.1.); isto é, todos os clientes sujeitos à discriminação do modelo, foram classificados como cumpridores.

2.4.7. Problemas estatísticos que envolvem este tipo de análise

Como referido na literatura relativa à análise discriminante⁴, o comportamento óptimo desta análise assenta em dois pressupostos fundamentais: por um lado, qualquer das subpopulações tem uma distribuição normal e, por outro, as matrizes de variância/covariância das diferentes subpopulações são iguais.

No caso em estudo, no que respeita à normalidade verificada para as variáveis discriminantes, podemos afirmar que este pressuposto não se encontra validado. No que se refere ao segundo, a impossibilidade de realização do teste de Box, conforme referido no ponto anterior, aponta para uma indiscutível rejeição da hipótese de estas matrizes serem iguais para os dois grupos. No entanto, existem autores que defendem uma abordagem não paramétrica, que ultrapassa os problemas dos pressupostos da análise discriminante (Chatterjee e Barcun, 1970)

Por último, refira-se o facto de a amostra que serviu de base a este trabalho ter sido recolhida a partir de uma carteira cujos empréstimos teriam sido, eles próprios, sujeitos a um processo prévio de decisão. Este facto constitui um factor de distorção, caso este modelo sirva para a tomada de decisão de novos empréstimos (Steenackers e Goovaerts, 1989)

Como conclusões fundamentais, sublinhe-se que o modelo mostrou-se válido quando comparado com a discriminação por simples escolha aleatória

A estatística λ de Wilks apresenta um valor de 0,958058 a que corresponde um valor observado para a estatística do χ^2 com 74 graus de liberdade de 115,629 com um nível de significância de 0,001416, que leva a rejeitar a hipótese nula da “performance do modelo” ser equivalente a uma escolha aleatória.

⁴ Mardia, Kent e Bibby (1979), Afifi e Clark (1984), Reis (1997), Chatfield e Collins (1980) e Altman et. al (1981).

Quadro 2.20. – Lambda de Wilks

Lambda de Wilks	Chi-quadrado	Graus de liberdade	Sig.
0,958018	115,629	74	0,001416

2.4.8. Classes de risco

Considerando a necessidade de transformar a função de probabilidades de incumprimento contínua numa função discreta ou por intervalos, tendo em vista a sua aplicação no capítulo seguinte para aplicação do modelo CreditMetrics, propomos a construção de um esquema de classes de risco. Este esquema baseia-se numa escala alfabética de A a J (10 classes de risco), em que para cada categoria é definida a qualidade do devedor (ou do crédito), constituindo uma adaptação do proposto por Santomero (1995) relativamente ao crédito a empresas, reflectindo cada uma das classes uma única probabilidade de incumprimento.

Quadro 2.21. - Classes de Risco

Classe de Risco	Característica
A	Sem risco
B	Risco mínimo
C	Risco baixo
D	Risco abaixo da média
E	Risco médio
F	Risco acima da média
G	Risco elevado
H	Risco muito elevado
I	Risco máximo
J	Perda certa

A partir da relação *score*/probabilidade de incumprimento, referida no ponto 2.4.5., estabeleceram-se para cada classe “vértices de probabilidade”. Com base nos valores de *score* correspondentes ao limite superior e inferior de cada classe, calculou-se o ponto médio de probabilidade ou vértice. Para as duas classes superior e inferior, A e J respectivamente, dado que se trata de intervalos abertos, as probabilidades assumidas correspondem às mais elevadas probabilidades de incumprimento daquelas classes, tendo-se obtido o quadro que se segue:

Quadro 2.22. - Probabilidades de incumprimento por classe de risco

Modelo estimado		
Classes	Nota (score)	Probabilidade
A	$>2,0$	0,2%
B	$1,0 < \leq 2,0$	0,6%
C	$0,5 < \leq 1,0$	1,1%
D	$0,0 < \leq 0,5$	1,9%
E	$-0,5 < \leq 0,0$	3,1%
F	$-1,0 < \leq -0,5$	5,1%
G	$-1,5 < \leq -1,0$	8,5%
H	$-2,0 < \leq -1,5$	13,7%
I	$-2,5 < \leq -2,0$	21,0%
J	$\leq -2,5$	45,0%

Apesar de a sistematização proposta, em termos de classes de risco, não ser usual nos sistemas de notação numérica ou *score* implantados nas IF, a mesma mostrou-se necessária pelas razões acima referidas.

3. PARTE II – CreditMetrics – Um modelo de gestão do risco de crédito

Refira-se a quase inexistência de literatura relativa aos modelos de gestão do risco de crédito pessoal. Uma das obras mais recentes que aborda este tema é precisamente o já citado trabalho colectivo de Caouette, Altman e Narayanan (1998), que constitui a principal referência bibliográfica da primeira parte deste capítulo, para além do CreditMetrics -Technical Document desenvolvido pela J.P.Morgan, entidade que propôs pela primeira vez, em 1997, a utilização de uma metodologia de quantificação do risco de crédito, numa base integrada.

3.1. Modelos e a sua evolução

Face ao mau desempenho verificado nas carteiras de crédito em meados dos anos 80, a gestão do risco de crédito tornou-se cada vez mais interessada na utilização de novas técnicas.

Os sistemas tradicionais de decisão de crédito baseavam-se na análise subjectiva, utilizando essencialmente informação sobre as características dos devedores, tendo-se assistido à evolução destes sistemas essencialmente subjectivos para sistemas mais objectivos baseados em métodos quantitativos, como sejam, a análise multivariada (Altman e Saunders, 1998, Book I).

A gestão do risco de crédito começou por ser inicialmente realizada de uma forma centralizada, utilizando a imposição de limites de exposição individual, como corolário de sistemas de *rating*, constituindo o principal instrumento de gestão do risco (Blum, 1995). À medida que as IF se foram desenvolvendo, as decisões de crédito começaram cada vez mais a descentralizar-se. Os limites de exposição referidos, eram fixados normalmente com base nos valores contabilísticos dos contratos celebrados.

Os sistemas tradicionais de gestão do risco de crédito, caracterizados pelo estabelecimento dos referidos limites de exposição individual, transformaram-se em modelos de gestão de carteira, com a utilização mais intensa dos métodos quantitativos que possibilitaram a agregação dos riscos. Por outro lado, passou-se de modelos pró-activos (que visavam predominantemente o evitar de perdas) para modelos reactivos (modelos que visam a determinação das expectativas de perda e, com base nas mesmas, a estruturação da carteira).

Podemos, ainda segundo Blum (1995), resumir a evolução ocorrida nas principais características que influenciaram a gestão do risco de crédito, com implicações nos modelos que têm sido desenvolvidos:

Quadro 3.1. - As características dos modelos de gestão de risco de crédito

<u>Características dos modelos tradicionais</u>		<u>Características dos novos modelos</u>
Risco de perda individual	⇒	Cálculo da perda esperada
Abordagem individual	⇒	Abordagem de carteira
Valor contabilístico	⇒	Valor de mercado
Sistemas baseados na experiência	⇒	Sistemas quantitativos
Combinação ad-hoc dos riscos	⇒	Sistemas de optimização
Provisionamento à priori	⇒	Determinação e cobrança de prémios de risco
Objectivos de rentabilidade e limites de exposição fixados separadamente	⇒	Objectivos de rendimento ajustados pelo risco

Fonte: Blum, 1995

Uma das críticas à utilização destes modelos refere-se à sua falta de ligação com um modelo teórico mais global, que agregue os vários tipos de riscos ao nível de uma IF.

Assim, os actuais modelos passam pela sistematização e agregação dos riscos, de forma a permitir a gestão global das carteiras através da utilização, cada vez mais intensiva, de medidas quantitativas baseadas em probabilidades.

Bessis (1998), refere que existe uma grande variedade de medidas quantitativas específicas de risco que podem ser agrupadas em três classes: análise de sensibilidade, análise de volatilidade e medidas do tipo Valor em Risco (*Value-at-Risk* ou VaR), que acrescenta às anteriores um elemento adicional, a probabilidade de ocorrência de determinado acontecimento, constituindo assim uma medida mais global de risco.

Estas medidas visam essencialmente a análise do impacto de variações adversas no valor ou rentabilidade de cada instrumento financeiro, ou na conta de exploração da IF.

Os modelos mais recentes têm como *inputs* principais: as probabilidades de incumprimento e as suas medidas de dispersão, as quais terão que ser estimadas, variando os vários modelos quanto à respectiva forma de estimação.

A metodologia do VaR, que constitui um sistema de estabelecimento de limites de exposição, para além de ser utilizada na medição dos riscos financeiros³, também pode ser utilizada na determinação do capital necessário ou capital económico (ponto 3.1.2.), o qual se pretende que cubra todos os riscos potenciais, contribuindo assim para a utilização das medidas ajustadas pelo risco (Blum, 1995).

A abordagem de carteira que os actuais modelos preconizam, possibilita tirar partido do chamado efeito de diversificação, através da incorporação da análise de correlação, bem como da determinação do risco agregado (por unidade de negócio, sector económico ou cliente) e dos custos de concentração e, ainda, do estabelecimento de preços adequados, face ao risco incorrido (Altman e Saunders, 1998).

Outro dos conceitos chave em que se baseia a moderna gestão do risco de crédito, que surgiu em paralelo com o desenvolvimento do conceito de gestão de carteira, é o da utilização de medidas de avaliação dos instrumentos financeiros a preços de mercado.

3.1.1. Regras prudenciais em vigor

Antes de abordarmos o desenvolvimento da aplicação da metodologia do CreditMetrics à carteira, convém proceder a uma revisão da evolução das regras prudenciais a que as IF estão obrigadas pela

³ Recorde-se a respeito deste conceito a definição de Blum no trabalho citado: risco financeiro abrange o risco de crédito e os denominados riscos de mercado (risco de taxa de juro e de câmbio, risco de preço e de garantias prestadas).

autoridade de supervisão (BP). O objectivo da imposição de requisitos mínimos de capital que as IF têm que cumprir no desenvolvimento da sua actividade, consiste em permitir a cobertura de um certo nível de perdas potenciais.

Com a imposição deste tipo de requisito pretendeu-se, inicialmente, cobrir unicamente os riscos resultantes da actividade creditícia, tendo posteriormente, com o rápido desenvolvimento do mercado dos produtos derivados, sido alargado também aos riscos de mercado, de forma a salvaguardar a liquidez e solvabilidade não apenas de cada IF, como também a de todo o sistema financeiro.

3.1.1.1. Directiva de adequação do capital

Nas últimas década tem-se assistido a uma progressiva incidência na determinação do melhor método de adequação de capital, que assegure um nível mínimo de solvabilidade das IF. Grande parte do trabalho foi desenvolvido nos EUA e, posteriormente, no seio do Comité de Basileia⁶ (Coelho, 1995), que no início da década de oitenta estabeleceu rácios de capital mínimos.

O acordo de Basileia de 1988 foi o primeiro passo para uma gestão de risco mais exigente (Jorion, 1997) tendo fixado o capital mínimo necessário para a cobertura do risco de crédito, por parte das IF, o qual constituía a principal causa dos problemas das referidas instituições. O objectivo do Comité de Basileia não visava somente assegurar uma competição mais justa, mas tinha por objectivo contribuir para a segurança e solidez dos sistemas bancários nacionais e proteger os depositantes.

3.1.1.2. Acordo de Basileia – o rácio de Cooke

O acordo de Basileia foi concluído em Julho de 1988 pelos Bancos Centrais do Grupo dos dez países (G10) que constituem o Comité de Basileia. Este acordo serviu para definir os requisitos mínimos de capital para os países membros, através da criação de um rácio que pretende servir como medida de solvência – rácio de Cooke. Este rácio só abrange o risco de crédito (relativamente à qualidade dos devedores), Jorion (1997).

⁶O Comité de Basileia de Supervisão Bancária (Basle Committee on Banking Supervision) é um comité das autoridades supervisoras que foi estabelecido pelos governadores dos bancos centrais do Grupo dos Dez países, em 1995. É composto por representantes seniores das autoridades de supervisão bancária e dos bancos centrais do Canadá, França, Alemanha, Itália, Japão, Holanda, Suécia, Reino Unido e Estados Unidos da América e ainda pelo Luxemburgo e Suíça. Estes países reúnem-se no Banco de Pagamentos Internacionais-BIS, em Basileia, onde se encontra permanentemente localizado o seu secretariado.

A definição de capitais próprios, também usualmente denominados Fundos Próprios, utilizada no rácio de Cooke consiste em duas componentes: capital primário ou *Tier 1* e capital complementar ou *Tier 2*, sujeitos a deduções.

No âmbito do acordo de Basileia, são passíveis de adequação à realidade de cada país três aspectos: a definição de capital, aplicação de ponderações a tipos específicos de activos e o tratamento dos elementos extrapatrimoniais. Assim, adoptando a terminologia do BP, de acordo com os avisos 12/92 e 8/96, os fundos próprios, elegíveis para o cálculo do rácio de solvabilidade, são compostos pelos fundos próprios de base elegíveis (capital primário-*Tier 1*) e pelos fundos próprios complementares elegíveis (*Tier 2*), deduzidos dos interesses em instituições de crédito e financeiras:

Composição dos Fundos Próprios de Base elegíveis - *Tier 1*:

- (+) Capital realizado e prémios de emissão;
- (+) Reservas e resultados transitados positivos de exercícios anteriores;
- (+) Resultado positivo provisório do exercício em curso;
- (+) Fundo para riscos bancários gerais;
- (-) Acções próprias;
- (-) Imobilizações incorpóreas;
- (-) Resultado negativo transitado de exercícios anteriores;
- (-) Resultado negativo provisório do exercício em curso;
- (-) Insuficiência de provisões.

Composição dos Fundos Próprios Complementares elegíveis - *Tier 2*:

- (+) Passivos subordinados com vencimento indeterminado;
- (+) Reservas de reavaliação;
- (+) Títulos de participação (até 50% dos fundos próprios de base (FPB));
- (+) Empréstimos subordinados de médio prazo (até 50% dos FPB)
- (+) Parte liberada de acções preferenciais remíveis (até 50% dos Fundos Próprios de Base);

Deduções aos Fundos Próprios:

- (+) Interesses em instituições de crédito e financeiras superiores a 10%;
- (+) Excedente de 10% dos fundos próprios (de base e complementares) dos interesses em instituições de crédito e financeiras não superiores a 10%;
- (+) Riscos cobertos por fundos próprios (concentração de riscos).

Assim, o capital mínimo para cobertura do risco de crédito da actividade bancária deverá ser igual ou superior a 8% dos activos e elementos extrapatrimoniais (que envolvem risco de crédito) ponderados, sendo que deste capital mínimo, 50% terá que ser coberto pelo capital primário:

$$\text{Capital (primário + complementar)} - \text{Deduções aos Fundos Próprios} \geq 8\% \text{ dos Activos ponderados}$$

No que se respeita à ponderação dos activos, o referido acordo adoptou quatro categorias em função de diferentes exposições ao risco de crédito dos activos: categoria I = 0%, categoria II = 20%, categoria III = 50% e categoria IV = 100%. Tendo em consideração estas classificações, o cálculo dos activos ponderados é efectuado da seguinte forma:

$$\sum_{i=1}^n w_i a_i$$

em que:

w_i = ponderação do i ésimo activo;

a_i = valor contabilístico do i ésimo activo.

As críticas ao acordo de Basileia apresentam em comum os seguintes aspectos:

- A existência de diferentes classes de risco pode induzir à utilização de activos preferenciais em função da ponderação associada;
- É ignorada a correlação e a covariância entre os diferentes activos, não sendo possível proceder à diversificação dos mesmos;
- O risco de mercado não é considerado como factor de afectação de capital.

Refira-se que o acordo de Basileia também definiu limites em termos dos denominados grandes riscos.

Em virtude de esta medida não considerar os riscos de mercado (os activos são registados a valores contabilísticos que poderão em qualquer altura diferir do seu respectivo valor de mercado), em Abril de 1993 o Comité de Basileia propôs o alargamento desta medida aos riscos de mercado, vindo a consagrar o VaR como medida adequada em virtude das vantagens que apresenta e, em 1995, a aceitar que cada IF utilize o seu próprio sistema de gestão do risco, desde que este seja considerado adequado pelas autoridades de supervisão (Basle Committee, 1995 e Jorion, 1997).

A Directiva de Adequação de Capitais ou DAC (Directiva 93/6/CEE), transposta para o direito interno português no Aviso do BP 7/96, visa proceder à centralização dos riscos de mercado, tendo sido reconhecido pelo Comité que as IF podem usar os seus próprios modelos de gestão de risco e que os mesmos poderão servir de base para a determinação do capital mínimo requerido. A DAC tem um âmbito mais abrangente, em termos de tipologia de riscos, face à legislação em vigor na altura (Aviso 1/93 do BP), que apenas considerava o risco de contraparte ou de incumprimento para efeitos da solvabilidade.

Isto permite às IF o desenvolvimento de modelos, a partir de dados e parâmetros relativos às operações, utilizando a metodologia em bloco. Esta metodologia caracteriza-se pelo facto de, na avaliação do risco de mercado de determinado produto, o risco ser repartido em risco específico e risco genérico (Coelho 1995), permitindo a compensação de posições, gerando uma medida de exposição da instituição ao risco, expressa em termos de valor em risco. É uma estimativa da perda máxima que pode ocorrer na carteira da instituição. Os parâmetros de medida incluem o período de detenção da posição, o período de observação de dados e o intervalo de confiança.

O modelo deverá permitir calcular a alteração potencial no valor de cada posição ou instrumento, resultante de movimentos específicos nos factores de risco subjacentes. As alterações são agregadas, tomando em consideração a correlação histórica entre os factores de risco, por meio da chamada matriz variância/covariância ou por simulação histórica, sendo o resultado do modelo um número que reflecte o valor em risco. Este representa uma medida de exposição de risco de mercado de uma IF, que pode ser usada como base para a supervisão dos níveis de exposição ao risco, fixação limites e cálculo dos requisitos de capital (Coelho, 1995).

O Comité procedeu assim ao reconhecimento dos modelos de risco que utilizam o conceito do VaR, já hoje utilizados pelos maiores bancos como adequados.

3.1.2. Capital económico, regulatório e próprio

Como é que estes três conceitos se encontram relacionados? e qual o seu impacto na afectação eficiente do capital e na política de avaliação de activos?

O capital económico é o capital efectivamente necessário para cobrir todas as perdas potenciais, quer provisionadas ou não, ao nível de uma operação ou unidade de negócio. Assim, o montante de capital económico, não terá que ter ser igual ao capital regulatório mínimo ou Fundos Próprios. Da mesma forma, o capital regulatório não deverá ser utilizado no estabelecimento da avaliação de operações de crédito, visto não considerar o risco diferenciado ao nível das várias unidades de negócio, sendo inclusivamente aplicável a tipos de instituições com âmbitos de negócio diferentes, não permitindo uma correcta afectação dos capitais.

Por outro lado, enquanto que o capital económico diz respeito aos capitais dos accionistas, o capital regulatório tem, quanto à sua composição, um âmbito mais lato, sendo composto por duas componentes: os Fundos Próprios de Base e os Fundos Próprios Complementares, (Caouette, Altman e Narayanan, 1998), conforme descrito no ponto 3.1.1.2..

A noção contabilística de capitais próprios também não deverá ser utilizada na avaliação de operações, uma vez que apresenta os mesmos problemas que os Fundos Próprios tendo, relativamente a estes uma abrangência menor. Normalmente na análise financeira este tipo de conceito de natureza contabilística é preterido (Neves, 1997)

|

3.2. Valor em Risco – Uma medida quantitativa de gestão do risco

Pretende-se neste ponto, para além de definir o conceito de VaR, integrar esta metodologia no processo de gestão de risco das IF, identificando as vantagens do mesmo em virtude da sua natureza integradora. Neste ponto iremos utilizar, para além do já citado Credit Metrics Technical Document, as contribuições de Philippe Jorion (1997) e de Joel Bessis (1998), principalmente.

O VaR, como um dos principais conceitos em que se baseia a moderna gestão do risco, desenvolveu-se a partir da grande expansão ocorrida nos produtos derivados nos últimos anos (Jorion, 1997).

Segundo Boudoukh e Saunders (1998, Book II, Vol.2), valor em risco, ou VaR, significa a perda máxima esperada num determinado período de tempo, correspondendo a um determinado nível de confiança, ou probabilidade, ao que acrescento, medida através de um único valor e em unidades monetárias.

A utilização de uma medida como o VaR apresenta várias vantagens em comparação com os modelos tradicionais (Bessis, 1998): é expresso em valor (escudos) e corresponde a uma medida sintética e fungível, quanto aos vários tipos de risco que agrega. Complementarmente, esta metodologia permite estabelecer a ponte para um conceito que começa a estar em voga, que é o do capital em risco ou Capital at Risk (CAR) ou também denominado capital económico.

O VaR, conforme referido no ponto anterior, é calculado fundamentalmente a partir de duas componentes: as perdas potenciais e a sua probabilidade de ocorrência. O principal problema consiste na determinação das probabilidades. Um método de obviar a questão referida consiste em se assumir uma determinada função de distribuição de probabilidades das perdas associadas.

O VaR, relativamente a outros modelos de gestão do risco baseados no valor contabilístico, apresenta as seguintes vantagens:

- Possibilita a determinação do valor económico das diversas posições em balanço;
- Permite a quantificação do risco total da instituição.

Como principais limitações da utilização desta medida podem-se referir:

- A verificação de distribuições assimétricas para as perdas (violação da hipótese de normalidade);
- A existência de “abas largas” pode induzir a falta de precisão ao nível da determinação da probabilidade e da perda associada, tirando fiabilidade à medida;
- Em termos de carteira, o VaR é influenciado por factores relativos à diversificação/correlação difíceis de quantificar.

Refira-se ainda que o VaR começa inclusivamente a ser aceite como medida de risco pelas empresas não financeiras, para medir o impacto dos riscos de mercado nos proveitos e fluxos de caixa gerados e assim poderem-se cobrir do risco (Lee, 1999).

3.2.1. CreditMetrics: uma abordagem Value-at-Risk para o risco de crédito

O CreditMetrics, como metodologia de avaliação de risco de uma carteira de empréstimos, surgiu como um alargamento ao risco de crédito da metodologia do RiskMetrics da J.P. Morgan, apresentada em 1994, aplicável aos riscos de mercado: instrumentos de rendimento fixo, acções, posições cambiais, *commodities* e derivados, sendo já utilizada em muitos países (J.P.Morgan, 1997_a e Ferreira, 1998).

É caracterizado por um conjunto de métodos analíticos suportado por uma base de dados (taxas de incumprimento e probabilidades de alteração da qualidade do crédito), que visa esquematizar o impacto, no valor de uma carteira provocado, das alterações na qualidade do risco dos créditos que a compõem (Gupton, 1997). Adicionalmente, esta metodologia permite também considerar os riscos de mercado. Assim, à volatilidade do valor de mercado de uma carteira em função do risco de incumprimento, acresce ainda a volatilidade provocada pelos riscos de mercado (J.P. Morgan, 1997_a), embora considerada de menor amplitude (J.P.Morgan, 1997_b).

Desenvolvido principalmente para a análise de risco de crédito a empresas, não sendo directamente aplicável ao crédito pessoal (Gupton 1997), o CreditMetrics foi inicialmente apresentado em Abril de 1997, também pela J.P.Morgan. O seu objectivo principal consiste em constituir um processo de estimar a distribuição do valor de uma carteira de empréstimos em função do risco da mesma, sendo as principais medidas caracterizadoras da distribuição do valor, a média o desvio padrão, o percentil e o risco marginal.

A ideia nuclear deste modelo, já anteriormente abordada por outros autores em 1991 (Caouette, Altman e Narayanan, 1998), quando propuseram a utilização de matrizes de probabilidades de transição entre classes de risco, é que o valor de um crédito ou de uma carteira deverá ser uma função não só da probabilidade de incumprimento, como também uma função das alterações que vão ocorrendo na qualidade desse crédito ou carteira ao longo do tempo.

A inovação deste modelo (Caouette, Altman e Narayanan, 1998) é o facto de constituir uma abordagem integral tipo *bottom up*, a partir do risco individual ou específico de cada crédito, que entra em consideração com os seguintes factores explicativos: possibilidade de alterações na qualidade de crédito (e não apenas uma única probabilidade de incumprimento), taxas de incumprimento e de recuperabilidade

para cada classe de risco, coeficientes de correlação entre créditos e a relação entre qualidade do crédito e taxa de incumprimento, de uma forma integral e consistente.

Com a aplicação desta metodologia, é possível avaliar o risco de uma carteira, por cliente, por sector e por tipo de crédito e, a partir daí, quantificar o capital económico necessário para cobrir todas as perdas potenciais que possam ocorrer.

Outra das vantagens deste modelo reside na possibilidade de permitir determinar a contribuição, em termos de risco, de cada novo empréstimo acrescentado à carteira (risco marginal), possibilitando assim configurar a carteira em função do perfil de risco desejado para a mesma.

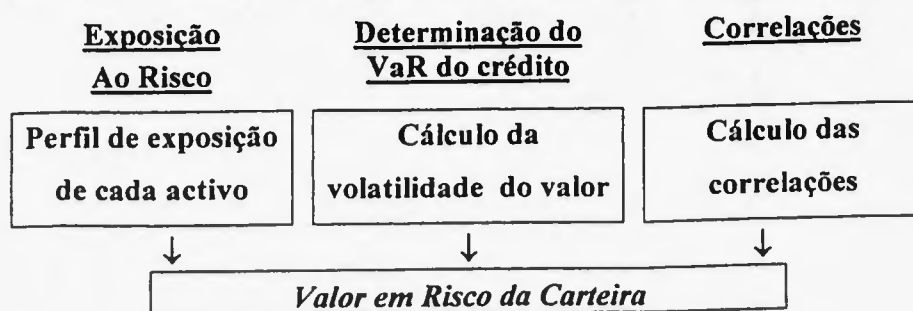
A utilização deste modelo tem por objectivo a obtenção de uma medida de risco de crédito única que, reflectindo o risco económico, constitua um referencial permitindo a sua comparação com os riscos de outras actividades, sendo complementar dos métodos tradicionais de análise de crédito. Refira-se a este respeito que o requisito de mínimo de capital aplicável às IF para fazer face ao risco de crédito (3.1.1.2.) considera apenas, actualmente, o risco de incumprimento, não considerando o risco económico (J.P.Morgan, 1997_a)

3.3. Adaptação do CreditMetrics a uma carteira de crédito pessoal

3.3.1. Metodologia do CreditMetrics

A metodologia do CreditMetrics para determinar o VaR individual de um crédito ou de uma carteira de créditos, desenvolve-se em três etapas :

Quadro 3.2. - Quadro simplificado do desenvolvimento da metodologia CreditMetrics



Na primeira etapa, procede-se à tipificação das características individuais de cada instrumento, de modo a determinar a sua exposição aos diferentes riscos.

A segunda etapa consiste em calcular a volatilidade de cada instrumento de crédito, causado por incumprimento ou alteração na qualidade (ou estado), a partir da estimação de “matrizes de transição entre estados”. Para cada *estado*, o valor do instrumento de crédito é ponderado pela respectiva probabilidade de incumprimento, obtendo-se uma distribuição do seu valor. A partir da referida distribuição, calcula-se o valor esperado e o desvio padrão de cada instrumento.

Na terceira etapa, considerando as correlações cruzadas entre cada um dos *estados* possíveis de cada instrumento, e também relativamente aos outros que integram a carteira, obtém-se a volatilidade agregada da carteira, que corresponde à volatilidade decorrente não só das características próprias do emitente (probabilidade de incumprimento), como também do comportamento das condições do mercado (risco de mercado).

Por outro lado, a volatilidade da carteira é medida em valor de mercado e não em valor contabilístico, reflectindo assim o impacto sobre o valor real dos activos, em função das alterações ocorridas na qualidade da carteira, que não apenas incumprimento.

3.3.2. Adaptações consideradas no modelo inicial

Optou-se, para efeitos de simplificação, por agregar todos os empréstimos classificados na mesma classe de risco tipificada no ponto 2.4.8, tendo-se caracterizado uma carteira global composta por dez empréstimos representativos das dez classes de risco.

Em termos de exposição, as características desta carteira global são as seguintes:

Quadro 3.3. - Características da carteira

Classes de risco	Valor Contabilístico *	Taxa de juro média	Prazo médio
A	69.545		
B	462.425		
C	558.387		
D	746.075		
E	674.745		
F	476.614		
G	349.371		
H	175.898		
I	56.010		
J	38.200		
Total	3.607.270	10,5 %	4 anos

* Valor do capital, conforme registos contabilísticos da instituição

Optou-se ainda, apesar de os empréstimos vencerem prestações mensais (constantes de capital e juros), por agregar as prestações mensais, de modo a ter um único fluxo de caixa anual. O prazo da carteira global definida corresponde ao prazo médio dos empréstimos (ponto 2.4.4.), pelo que iremos considerar os fluxos anuais de caixa (a valores contabilísticos) a seguir demonstrados.

Quadro 3.4. - Fluxos anuais gerados a valores contabilísticos

	Fluxo de Caixa 1	Fluxo de Caixa 2	Fluxo de Caixa 3	Fluxo de Caixa 4	Total de Fluxos
Reembolso de capital	765.690	850.071	943.752	1.047.757	3.607.270
Juros	342.610	258.228	164.548	60.543	825.929
Total (capital e juros)	1.108.301	1.108.301	1.108.303	1.108.304	4.433.199

Para efeitos de cálculo de volatilidade do valor de mercado da carteira, as adaptações efectuadas prendem-se com os seguintes aspectos:

- O montante considerado em risco equivale ao montante de capital inicial adicionado aos juros. Em termos conceptuais, poder-se-á tratar um empréstimo como uma Obrigação ao *Par*. Assim, a obtenção do valor actualizado de um empréstimo é em tudo semelhante ao de uma obrigação (J.P. Morgan, (1997)). A Variação no valor de mercado do empréstimo tomará sempre como referência o valor ao *Par* referido
- A obtenção do valor actual da carteira passa pela determinação de factores de actualização que permitam actualizar os fluxos gerados (capital e juros), para o momento da análise. Considera-se como valor de mercado o valor actual da carteira, ou seja, o somatório dos fluxos de tesouraria actualizados (Brealey e Myers, 1992). Um dos pressupostos que vamos utilizar na análise é que os empréstimos que compõem a carteira foram todos concedidos no mesmo momento (em $t=0$), à mesma taxa fixa e pelo mesmo período de 4 anos.
- Quanto à volatilidade do valor do crédito em função do incumprimento, mostra-se necessária a seguinte informação para a determinação da volatilidade do valor de cada posição:

1 – O vector de probabilidades de incumprimento determinado no ponto 2.4.8., só considera dois estados e é único para toda a carteira de crédito, representando as probabilidades de incumprimento respectivas para cada classe de risco (quadro 2.22.). Também vamos considerar que as probabilidades se mantêm constantes até à maturidade da carteira (4 anos)

Sendo p a probabilidade de cumprimento e $(1-p)$, a probabilidade de incumprimento, então para cada classe de risco teremos:

Quadro 3.5. - Probabilidades por classe de risco

Classes	P	$1-p$
A	99,80%	0,2%
B	99,40%	0,6%
C	98,90%	1,1%
D	98,10%	1,9%
E	96,90%	3,1%
F	94,90%	5,1%
G	91,50%	8,5%
H	86,30%	13,7%
I	79,00%	21,0%
J	55,00%	45,0%

Iremos também considerar, por simplificação, que os coeficientes de correlação entre cada classe de risco são constantes e iguais à unidade, o que é o mesmo que considerar que não há ganhos de diversificação em termos de risco.

3.3.3. Taxas de recuperabilidade em caso de incumprimento

Não existindo estudos em Portugal sobre estas taxas, com base em informações recolhidas junto da IF que disponibilizou a informação, assumimos empiricamente uma percentagem média de 50%, de crédito recuperado por via contenciosa. Para efeitos de simplificação, considera-se que, em caso de incumprimento, a parcela recuperada corresponde a 50% de capital e juros e só é recebida no período final (em $t=4$). Não podemos, no entanto, utilizar as medidas de dispersão relativamente a esta taxa, por falta de informação adicional.

Antes de se passar para a determinação dos fluxos de caixa actualizados, mostra-se necessário determinar a estrutura temporal de taxas de juro (ETTJ), a partir da qual se extraem os factores de actualização e, com base nestes, proceder à actualização dos fluxos de caixa relevantes.

3.3.4. Estrutura temporal das taxas de juro

O primeiro passo na medição do risco da carteira consiste na sua decomposição em termos dos fluxos que gera e que serão actualizados através dos factores de actualização adequados, considerando a estrutura de taxas de juro vigente no mercado. Para se obter o valor actual da carteira iremos, neste ponto, analisar o impacto da estrutura temporal de taxas de juro na gestão do risco de taxa de juro da carteira. Esta questão assume maior relevância se atendermos que estamos perante instrumentos de crédito de taxa de juro fixa.

Se considerarmos que um empréstimo pode ser tratado como uma obrigação de taxa de juro fixa que gera fluxos de rendimento predefinidos (Jorion 1997), podemos assim representar o valor actual da carteira como:

$$P = \sum_{t=1}^T \frac{FC_t}{(1+i)^t}$$

Com P = valor de mercado carteira, FC = fluxo de caixa correspondente às prestações de capital e juros no período t , $t = n^\circ$ do período, $T = n^\circ$ de períodos até à maturidade (neste caso $T = 4$) e i = factor de actualização.

A relação do factor de actualização com as condições de mercado é feita através da ETTJ, definindo um conjunto de taxas de rendimento de obrigações com taxa de cupão fixa, pertencentes a um segmento homogéneo, em termos de risco de crédito do mercado obrigacionista (Ferreira, 1996), que apenas diferem no respectivo tempo para a maturidade ou vida residual da obrigação, ou seja, o tempo que falta para atingir o vencimento. A ETTJ resulta, também, da relação estabelecida entre preços de obrigações e respectivos tempos para a maturidade.

A utilidade da estimação de uma ETTJ é de, a partir da mesma, ser possível determinar os factores de actualização que servirão de base à avaliação de um conjunto de fluxos de caixa.

Iremos construir a ETTJ a partir das Obrigações de Tesouro (OT), a taxa fixa, disponíveis no mercado da dívida pública, à data deste trabalho:

Quadro 3.6. - Obrigações do Tesouro

OT ⁽¹⁾	Taxa	Emissão	Vencimento	Nº Cupões/ano	Preço (%)
OT Mar.	5,3750%	23-03-1997	23-03-2000	1	101,60
OT Mar.	8,7500%	23-03-1996	23-03-2001	1	109,17
OT Mar.	5,750%	23-03-1997	23-03-2002	1	105,25
OT Abr.	4,8125%	23-04-1998	23-04-2003	1	103,00
OT Jan.	8,8750%	23-01-1994	23-01-2004	1	118,75
OT Fev.	11,8750%	23-02-1995	23-02-2005	1	137,35
OT Fev.	9,5000%	23-02-1996	23-02-2006	1	128,05
OT Fev.	6,6250%	23-02-1997	23-02-2007	1	112,10

(1) O valor nominal de cada OT é de 10.000 escudos

Quanto à metodologia de estimação utilizada, corresponde à estimação directa pelo princípio da actualização, em que as taxas de actualização pretendidas, taxas à vista (*taxas spot*), são estimadas directamente com base na relação estabelecida entre os preços de mercado de cada obrigação e os fluxos que esta promete pagar no futuro (Ferreira, 1996).

O conceito de taxa *spot* define-se como sendo a taxa de rendimento de uma obrigação de cupão zero (obrigações que são emitidas a desconto e que não pagam cupões ao longo da sua vida e que, na maturidade, pagam o valor nominal), adquirida hoje e com um determinado tempo para a maturidade. Esta é a taxa de rendimento de um investimento com início hoje e com vencimento num momento futuro, que não gera fluxos de caixa intermédios, mas apenas um único fluxo de caixa na maturidade. A taxa *spot* também é designada como *zero coupon yield*, pois corresponde à *yield*, ou taxa de rendimento, de uma obrigação de cupão zero.

Utilizam-se, geralmente, os preços de Obrigações do Tesouro (OT) – títulos com risco de crédito nulo, nos quais a probabilidade de ocorrência do estado da natureza, no qual o desvio dos fluxos de caixa gerados face aos prometidos, é zero.

Esta abordagem, ainda segundo Ferreira (1996), apresenta as seguintes vantagens: não depende de percepção subjectiva do risco, verificando-se uma liquidez elevada do mercado de dívida pública.

A taxa *spot* para um investimento com início hoje (momento zero e com tempo para a maturidade de T períodos, i_T , é dada por:

$$V_0^{(T)} * (1 + i_T)^T = VN \Leftrightarrow i_T = \left(VN / V_0^{(T)} \right)^{1/T} - 1$$

Em que:

VN – Valor nominal de obrigação de cupão zero;

V_0^T - Preço de obrigação de cupão zero com tempo para a maturidade de T períodos no momento zero.

Se esta igualdade não se verificar, existirão oportunidades de arbitragem.

Uma abordagem alternativa, muito comum à estrutura temporal de taxas de juro, consiste em construir a ETTJ a partir da designada *yield to maturity curve*, por oposição a *zero coupon yield curve*, ou curva de taxas *spot*, ou à vista. A *yield to maturity curve*, relaciona a taxa de rendimento até à maturidade (*yield to maturity*) das obrigações de risco nulo, com o respectivo tempo para a maturidade. A *yield to maturity*, é a taxa de actualização que iguala o valor actualizado dos fluxos de caixa futuros da obrigação ao respectivo preço de mercado. Na ausência de oportunidades de arbitragem, o preço de mercado iguala o preço de equilíbrio.

Mas esta abordagem só é consistente com a equação de avaliação de obrigações, se se verificarem, pelo menos, uma das duas condições seguintes:

1) A estrutura temporal de taxas de juro é rasa ($i_1 = i_2 = \dots i_T$), pois para este perfil particular temos que

$$y_t = i_t \text{ para: } t = 1, 2, \dots, T.$$

2) Utilizarmos na construção da curva de taxas de rendimento apenas obrigações de cupão zero, pois neste caso temos que $y_t = i_t$ para: $t = 1, 2, \dots, T$.

Em que: y = *yield to maturity*

Considerando uma curva de taxas de mercado com inclinação positiva (por construção a partir das OT), a abordagem que iremos seguir para a estimação da ETTJ consiste na determinação das taxas *spot* para cada período de vencimento de fluxos de caixa.

3.3.4.1. Determinação da curva de taxas *spot* – método *Bootstrap*

A metodologia que iremos utilizar na determinação da curva de taxas *spot* é o método *bootstrap* (Jorion, 1997), que considera uma amostra de obrigações, de tal modo que exista para cada data de pagamento uma obrigação que atinja a maturidade. Se existir mais do que uma obrigação a atingir no mesmo momento a maturidade, pode considerar-se, por exemplo, a média dos factores de actualização dessas obrigações (Ferreira, 1996).

O método *bootstrap* não é mais do que um caso particular do sistema de equações lineares, em que os factores de actualização podem ser obtidos através de um procedimento recursivo podendo, no entanto, este método levantar alguns problemas em termos de construção da ETTJ (Fabozzi, 1995_a).

Na inexistência de taxas *spot* nos momentos em que se verifica o pagamento de fluxos de caixa (no 1º, 2º, 3º e 4º anos) a determinação é feita por interpolação linear entre as taxas *spot* já determinadas, desde que cada ponto esteja compreendido entre dois pontos que o incluam e nos quais se registre vencimentos de obrigações (estes pontos foram obtidos através das obrigações com vencimento mais próximo dos períodos anuais de fluxos de caixa (Anexo 2).

Os pontos da ETTJ para os quais existem vencimentos de Obrigações do Tesouro são os que se evidenciam no quadro seguinte:

Quadro 3.7. - Obrigações do Tesouro e respectivos vencimentos

OT	Taxa	Data		Tempo para a maturidade		Período (anual)
		Emissão	Vencimento	Anos	Meses	
OT Mar	5,3750%	23-03-97	23-03-00	00	9	0,75
OT Mar	8,7500%	23-03-96	23-03-01	01	9	1,75
OT Mar	5,7500%	23-03-97	23-03-02	02	9	2,75
OT Abr	4,8125%	23-04-98	23-04-03	03	10	3,75
OT Jan	8,8750%	23-01-94	23-01-04	04	7	4,75
OT Fev	11,8750%	23-02-95	23-02-05	05	8	5,75
OT Fev	9,5000%	23-02-96	23-02-06	06	8	6,75
OT Fev	6,6250%	23-02-97	23-02-07	07	8	7,75

Numa base anual, para cada um dos períodos referidos no quadro determinaram-se as taxas spot. As restantes taxas são determinadas, como anteriormente referido, por método recursivo.

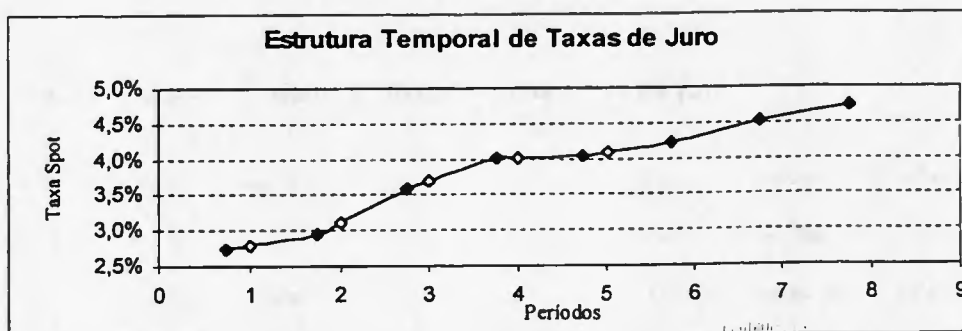
A estrutura temporal determinada pelo método de *bootstrap*, para os períodos pretendidos, é a seguinte:

Quadro 3.8. - Taxas spot de mercado

t=0	t=1	t=2	t=3	t=4
Spot (t;0)	2,79%	3,12%	3,70%	4,02%

O que em termos gráficos corresponderá :

Figura 3.1 - Estrutura temporal de taxas de juro



Este método de estimação apresenta, no entanto, alguns inconvenientes (Jorion, 1997). Para resultar correctamente terão que estar disponíveis obrigações de cupão zero, com vencimento em cada um dos períodos, desprezando contudo informação que possa estar contida noutras obrigações.

Após a determinação das taxas de actualização dos fluxos de caixa anuais, iremos seguidamente proceder ao cálculo do valor actual da carteira:

Quadro 3. 9. - Valor actual da carteira de crédito

Fluxos					10 ³ Escudos
	Fluxo de Caixa 1	Fluxo de Caixa 2	Fluxo de Caixa 3	Fluxo de Caixa 4	Total de Fluxos
Reembolso de capital e Juros	1.078.255	1.042.189	993.775	946.515	4.060.734

Considerando as probabilidades de incumprimento por classe de risco e a percentagem de recuperabilidade em caso de incumprimento referida no ponto 3.3.3., obtemos os seguintes valores esperados dos fluxos que incorporam risco de incumprimento e risco de taxa de juro:

Quadro 3.10. - Valor actual da carteira com incumprimento

10³ Escudos

Fluxos	Fluxo de Caixa 1	Fluxo de Caixa 2	Fluxo de Caixa 3	Fluxo de Caixa 4	Total Incumprimento	Total Proveitos
Reembolso de capital e Juros	1.033.082	998.526	952.141	906.861	- 79.308	3.969.918

3.3.5. Análise de sensibilidade a alterações das taxas de juro

Dado que a ETTJ definida não é rasa, iremos considerar, em termos de análise de sensibilidade a alterações nas taxas de juro de mercado, choques multiplicativos nas referidas taxas. O choque multiplicativo assegura um deslocamento da curva de taxas de juro tal, que todas as taxas *spot* (factores de actualização) sofram a mesma variação proporcional, ou seja :

$$\frac{dr(0,1)}{1+r(0,1)} = \dots = \frac{dr(0,T)}{1+r(0,T)} = \lambda \quad \text{em que } \lambda \text{ é uma constante que representa a variação proporcional.}$$

Quadro 3.11. - Impacto na ETTJ de alteração das taxas de juro de mercado

Variação em bp ⁽¹⁾	t=1	T=2	t=3	t=4
+0,0200	4,85%	5,19%	5,78%	6,10%
+0,0150	4,33%	4,67%	5,26%	5,58%
+0,0100	3,82%	4,15%	4,74%	5,06%
+0,0075	3,56%	3,90%	4,48%	4,80%
+0,0050	3,30%	3,64%	4,22%	4,54%
+0,0025	3,05%	3,38%	3,96%	4,28%
Spot	2,79%	3,12%	3,70%	4,02%

(1) Bp – Basis point (100bp= 1%)

Com base nas taxas de actualização determinadas, calcula-se o valor actual da carteira após cada choque na ETTJ:

Quadro 3.12. - Impacto no valor da carteira

10^3 Escudos			
Varição (bp)	Total	Varição (bp)	Total
-0,0200	4.174.630	+0,0200	3.780.833
-0,0150	4.121.879	+0,0150	3.826.711
-0,0100	4.070.188	+0,0100	3.873.496
-0,0075	4.044.733	+0,0075	3.897.236
-0,0050	4.019.532	+0,0050	3.921.211
-0,0025	3.994.582	+0,0025	3.945.425
Valor Actual da Carteira: 3.969.918			

e as medidas de dispersão:

Quadro 3.13. - Medidas de dispersão do valor da carteira

10^3 Escudos	
Medidas	Valor
Média	3.972.336
Desvio Padrão	114.549

As medidas de dispersão da carteira estimadas, constituem um dos parâmetros principais para o cálculo do valor em risco da carteira, ponto 3.3.6., como adiante se verá.

3.3.5.1. “Duração” do Portfolio

Uma medida alternativa para a determinação do impacto da variação do valor da carteira, em resposta a variações das taxas de mercado, é a da “duração”.

Esta medida foi inicialmente definida por Macaulay em 1938 (Jorion, 1997), para medir o risco de taxa de juro e possibilitar a respectiva gestão. No entanto, a mesma só é válida em condições particulares nas quais se verifiquem variações pequenas e deslocações paralelas da ETTJ⁷. Dado estarmos perante uma situação de estrutura de taxas de juro não rasa (neste caso, de inclinação positiva), iremos utilizar, em alternativa, a designada duração de Fisher-Weil. Esta medida é consistente com um processo estocástico

⁷ A relação entre o preço de uma obrigação e a taxa de juro não é linear, sendo dado por uma curva (convexa). Deste modo, a *duration* apenas explica a referida relação de forma adequada, para pequenos deslocamentos da curva de taxas de juro. no limite, para variações infinitésimas (Cruz, 1995).

para a curva de taxas de juro, em que esta sofra choques multiplicativos (Mota et al., 1995):

$$D_{FW} = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{FC_t}{[1 + r(0, t)]^t} \times t}{P} \quad t = 1, \dots, n$$

Sendo: D_{FW} = Duração de Fisher-Weil

FC_t = Fluxo de Caixa do período t

P = Valor de equilíbrio do empréstimo/carteira (ver ponto 3.3.4.)

T = nº de períodos até maturidade

$r(0, t)$ = taxa spot para a maturidade de t períodos

Obtivemos um valor de, aproximadamente 2,5 anos, para a duração de Fisher Weil da carteira (Anexo 3).

Com base no valor a que se chegou é possível, a partir desta medida e em alternativa, calcular, em valor, a resposta da carteira a alterações no nível de taxas de juro do mercado.

Quadro 3.14. - Impacto no valor da carteira dos choques

10 ³ Escudos			
Varição bp em $t=0$	DP_0/P_0 (%)	DP_0/P_0 (valor)	Valor Carteira P em $t=0$
+0,0200	-4,95%	-196.625	3.773.294
+0,0150	-3,71%	-147.469	3.822.450
+0,0100	-2,48%	-98.312	3.871.606
+0,0075	-1,86%	-73.734	3.896.184
+0,0050	-1,24%	-49.156	3.920.762
+0,0025	-0,62%	-24.578	3.945.340
Spot	0,00%	0	3.969.918

Com:

$$\frac{dP_0}{P_0} = - \frac{dr(0, t)}{1 + r(0, t)} \times D_{FW}$$

e:

$$P = P_0 + (P_0 \times dP_0)$$

Sendo: D_{FW} = Duração de Fisher-Weil

P_0 = Valor de equilíbrio do empréstimo/carteira

$r(0, t)$ = taxa spot para a maturidade de t períodos

O novo valor de mercado da carteira será dado por $dP_0 + P_0$. Os resultados obtidos por este método são aproximados dos anteriormente obtidos pelo método *bootstrap* (Anexo 3 – Quadro A 3.2).

3.3.6. Cálculo do VaR da Carteira

Neste ponto iremos proceder ao cálculo do VaR, através de uma abordagem analítica ou paramétrica⁸ (Jorion, 1997). Esta abordagem pressupõe que a taxa de rendibilidade da carteira tem uma distribuição normal, cuja principal propriedade centra-se no facto de ser possível caracterizá-la com base nos seus primeiros momentos: a média μ e a variância σ^2 , i.e. $N(\mu; \sigma^2)$. O primeiro parâmetro caracteriza a localização e o segundo a dispersão da distribuição. Com média igual a zero e variância unitária, a distribuição normal designa-se por normal estandardizada. Assumindo uma variável normal estandardizada, ε , tal que $\varepsilon \sim N(0,1)$, podemos definir uma variável X , cuja função de distribuição é $N(\mu, \sigma^2)$ ⁹:

$$X = \mu + \varepsilon\sigma$$

No contexto da quantificação do risco, a variável aleatória X corresponde à taxa de rendibilidade de um determinado activo financeiro.

Pressupondo uma distribuição normal dos resultados, o cálculo do VaR é simplificado (Jorion 1997), sendo efectuado com base no desvio padrão dos resultados futuros da carteira e num factor de ponderação, associado ao nível de confiança escolhido. Uma vez que o desvio-padrão representa a volatilidade ou dispersão da carteira, a sua utilização no cálculo do VaR permite incorporar este factor no processo de medição do risco. A quantificação do risco baseia-se, portanto, na dispersão dos resultados futuros estimados, sendo que uma distribuição achatada indicará maior risco que uma distribuição mais pontiaguda, em torno da sua média.

Se considerarmos I_0 como o valor inicial da carteira e R como taxa de rendibilidade da mesma, o valor da carteira no final do período objectivo será $I = I_0 (1 + R)$, assumindo que o valor esperado de R é μ e a

⁸ Para uma discussão das abordagens possíveis de cálculo do VaR, ver Ferreira (1998)

⁹ $\text{VaR}[X] = \text{VaR}[\mu + \varepsilon\sigma] = \text{VaR}[\varepsilon\sigma] = \sigma^2 \text{VaR}[\varepsilon] = \sigma^2 \cdot 1 = \sigma^2$

volatilidade é dada por σ . Considerando o valor mais baixo da carteira, a um certo nível de confiança c , como $I^* = I_0 (1+R^*)$, podemos estandardizar o valor R^* , taxa de rentabilidade implícita ao valor mínimo da carteira para um determinado nível de confiança. Uma vez que R^* é geralmente negativa, assumindo $-|R^*|$, temos :

$$-\alpha = \frac{-|R^*| - \mu}{\sigma}$$

Em que:

$$\mu = E[R]$$

$$\sigma = \sqrt{\text{Var}[R]}$$

Assim, a probabilidade de não exceder o valor do VaR é:

$$1 - c = \int_{-\infty}^{I^*} f(i) di = \int_{-\infty}^{-|R^*|} f(r) dr = \int_{-\infty}^{-\alpha} f(\varepsilon) d\varepsilon = \Phi(-\alpha)$$

Recorrendo à função de distribuição normal, é possível encontrar um valor α tal que a área à sua esquerda seja igual a $1-c$.

$$N(\alpha) = \int_{-\infty}^{\alpha} f(\varepsilon) d\varepsilon = \Phi(\alpha)$$

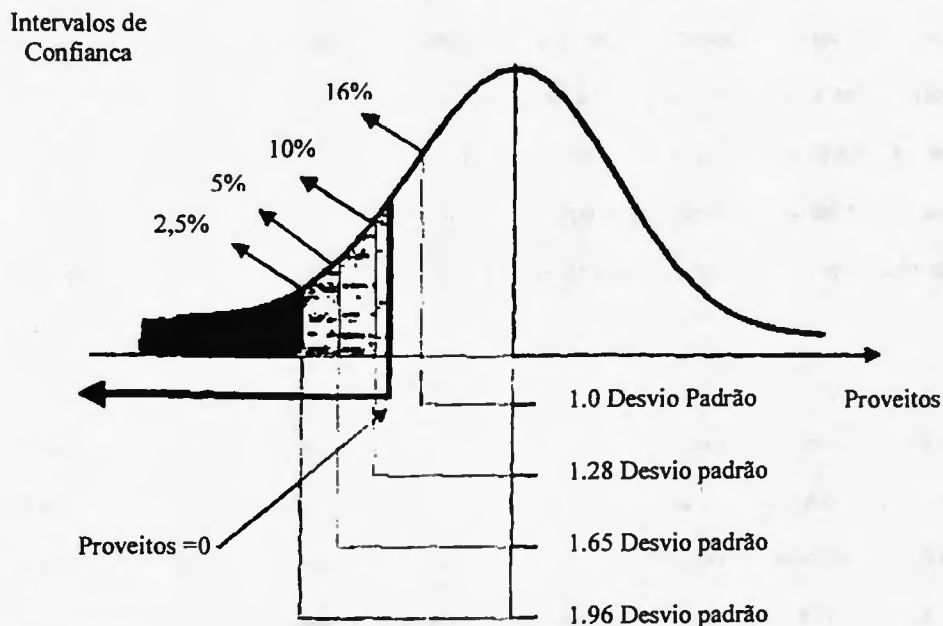
Esta função cresce monotonamente de 0 (para $-\infty$), até 1 (para $\alpha = +\infty$), passando por 0,5 para $\alpha = 0$.

Por exemplo, para um nível de confiança de 95% ($c=95\%$ e $c-1=5\%$) o α é de 1,645.

Quadro 3.15 – Intervalos de confiança da distribuição normal

$\Phi(\alpha)$	0,90	0,95	0,975	0,99	0,995	0,999
α	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,090

Figura 3. 2 - Intervalos de confiança da distribuição Normal



Fonte Bessis (1998)

3.3.7. Aplicação da Metodologia à Carteira

O propósito deste ponto consiste em enunciar o processo de transformação da informação, de forma a ser possível a sua integração nos modelos de cálculo do VaR, identificando os fluxos de caixa originados pela carteira de crédito.

3.3.7.1. *Mapping* ou processo de afectação de fluxos de caixa

Designa-se por *mapping* o processo pelo qual se convertem os fluxos resultantes dos instrumentos financeiros que compõem a carteira em fluxos de caixa standardizados, de acordo os vértices definidos (maturidades para as quais existem estimativas de volatilidade e correlações, simplificando a estrutura

temporal dos fluxos de caixa). Este método é o preconizado pela J.P. Morgan (1997_b) tendo posteriormente Mina (?), apresentado uma alternativa a processo. Verifica-se assim uma relação entre as carteiras por classe de risco, os fluxos de caixa e o VaR.

3.3.7.2. Parâmetros para cálculo do VaR

No caso em estudo consideraram-se vértices anuais não se tendo, no entanto, considerado a volatilidade do preço ou taxa de rendimento das obrigações em cada um dos mesmos, devido à insuficiência de obrigações do tesouro disponíveis no mercado. Refira-se ainda que o facto de a volatilidade não ser constante ao longo do tempo implica a necessidade e a possibilidade de prever a evolução da volatilidade. No contexto da metodologia VaR, a capacidade de estimar correctamente a volatilidade permite um melhor controlo do risco de mercado, já que um aumento da volatilidade conduz a um efeito idêntico no valor do VaR.

Para o cálculo do VaR, é ainda necessário definir o intervalo temporal de quantificação do risco. Normalmente, este está associado à liquidez dos mercados em causa e, consequentemente, ao tempo necessário à IF para desfazer as posições assumidas, existindo alguma discricionariedade na fixação deste intervalo (Loughlin 1997). Segundo o CreditMetrics – Technical Document, a questão do horizonte temporal da análise para os activos com grau de liquidez reduzida não é relevante, tal como acontece com as carteiras de crédito concedido. Por essa razão, utilizamos como referência principal, em termos de política de previsão, o desvio padrão para um horizonte de 4 anos, que corresponde à maturidade da carteira de crédito, embora possamos fazer o cálculo para um ano:

$$\sigma_1 = \sigma_4 \sqrt{4}$$

Em que σ_1 e σ_4 é respectivamente o desvio padrão a 1 e a 4 anos.

Quanto às correlações, conforme referido no ponto 3.3.2., iremos considerar que a associação linear entre os diversos elementos que integram uma carteira é perfeita, o mesmo acontecendo entre cada sub-carteira de cada classe de risco, o que é o mesmo que assumir que não se verificam ganhos de diversificação. O impacto sobre o cálculo do VaR é que o mesmo virá sobreavaliado neste modelo.

Tendo procedido à determinação do valor actual da carteira, bem como à caracterização da sua distribuição, podemos calcular o VaR para vários níveis de significância:

Quadro 3.16. - VaR da carteira

						10 ³ Escudos
Intervalo de confiança	65,5%	78,2 %	87,7%	93,7%	99,1%	99,9%
Variação em bp	(+ 25bp)	(+50bp)	(+75bp)	(+100bp)	(+150bp)	(+200bp)
α	0,40	0,78	1,16	1,53	2,38	2,99
Variação em %	-0,64 %	-1,25 %	-1,85 %	-2,45 %	-3,81%	-4,78%
Variação em valor	-25.277	-49.491	-73.467	-97.206	-151.153	-189.869

Os VaR para os vários níveis de significância considerados são os evidenciados no quadro anterior (não foram consideradas as variações que se traduzem num aumento de valor da carteira).

Considerando o montante de provisões constituídas por imposição legal, na data da concessão do crédito¹⁰,

$$VCC \times 1,5\% = 54.109 \text{ (10}^3 \text{ escudos)}$$

Sendo VCC - valor do crédito concedido = 3.607.270 (10³ escudos) (ponto 2.4.11.)

Conclui-se que a provisão para fazer face aos riscos “esperados” cobrirá o VaR até um intervalo de confiança de cerca de 80,5%. Se, por exemplo, a IF pretender cobrir um risco superior ao risco esperado, correspondendo a um intervalo de confiança de cerca de 94%, então terá que afectar capitais próprios adicionais no montante de $97.206 - 54.109 = 43.097$ em (10³ escudos).

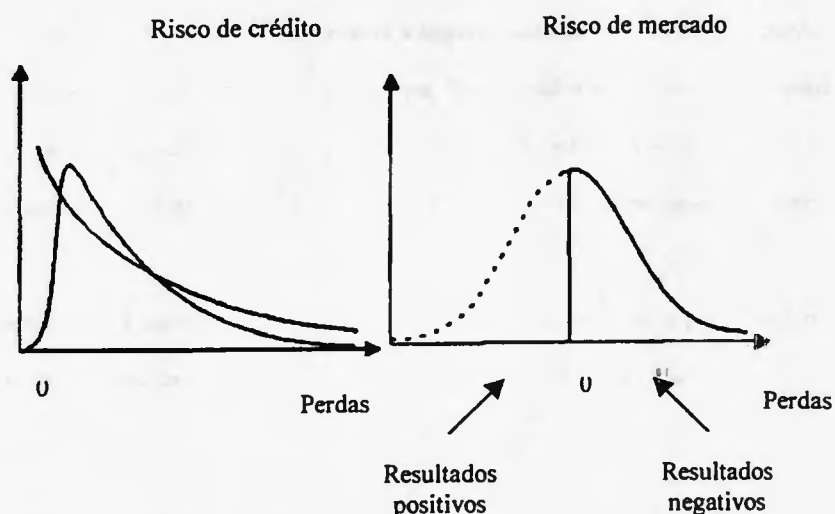
Refira-se que a diferença encontrada é maior, em virtude de as provisões gerais constituídas serem em função do valor contabilístico inicial da carteira, só incluindo capital.

¹⁰ Aviso 3/95 do BP, parcialmente revogado pelo Aviso 2/99, o qual estabelece que as provisões para riscos gerais de crédito devem corresponder a 1,5% dos valores que constituem a sua base de incidência, no que respeita a operações de crédito ao consumo.

3.3.8. Limitações do VaR

Uma das limitações desta abordagem resulta do facto de, ao contrário dos rendimentos de outros activos financeiros (acções) que se distribuem de forma relativamente simétrica e aproximada a uma distribuição normal, os rendimentos das operações de crédito serem altamente envezados, pelo que a determinação da média e da variância não são suficientes para caracterizarem este tipo de distribuição, a qual apresenta uma longa cauda direita causada pela taxa de incumprimento:

Figura 3. 3. – Distribuição dos rendimentos



Fonte: Bessis (1998)

Esta questão pode, no entanto ser ultrapassada. Li (1999) propõe uma abordagem alternativa à utilização da distribuição normal, para a definição dos intervalos de confiança.

São ainda de assinalar outras limitações à medida do VaR:

- Não corresponde a uma previsão de perdas; é uma perda significativa que apenas ocorre com uma determinada probabilidade;

- Não é o pior cenário possível; é apenas um cenário possível com uma determinada probabilidade de ocorrência pequena;
- Não é totalmente objectivo; depende do nível de confiança escolhido e do horizonte temporal;
- E não é uma verdade absoluta; depende do cálculo desenvolvido a partir de uma distribuição de probabilidades (normal), pressuposto esse que poderá não ser o mais correcto.

Por outro lado, verifica-se que quanto maior for a concentração na carteira de empréstimos, menos importante se torna a consideração das covariâncias entre os vários sectores.

Como foi referido, a aplicação do método do VaR a uma carteira de activos pouco líquidos, como é uma carteira composta por créditos ao consumo, levanta a seguinte questão: o VaR mede a perda máxima que a instituição pode sofrer relativamente a uma certa fracção do tempo num determinado horizonte temporal, mas o valor da perda assume que a carteira possa ser vendida a valores de mercado. Caso os activos tenham que ser vendidos a desconto, pode verificar-se uma perda superior à determinada pelo modelo.

Consequentemente, o VaR corresponde a uma medida que pode subestimar a perda real, o que se pode verificar no caso de carteiras de instrumentos com um grau de liquidez reduzida.

3.3.9. Cobertura do Risco de Incumprimento

Não seria apropriado terminar este capítulo sem antes abordar uma das formas mais comuns de cobertura de risco deste tipo de crédito e respectivas vantagens.

A cobertura do risco de incumprimento de uma carteira de crédito (*hedging*) poderá constituir uma forma interessante de a instituição obter capital adicional, ou mesmo de se “desfazer” de uma posição que, em termos de risco, poderá não ser interessante.

Um tipo de cobertura de risco de crédito possível, passa pela denominada securitização da carteira. A securitização poderá ser implementada a partir da emissão de títulos de dívida (obrigações), a taxa de juro fixa ou variável (*Credit Linked Notes*), com capital garantido ou não, respondendo a carteira de activos securitizados pelo capital da emissão efectuada. O valor e a maturidade da emissão deverão corresponder

4. PARTE III – Metodologias de avaliação de empréstimos

Este capítulo baseia-se, fundamentalmente, em Dermine (1996 e 1998), Bessis (1998), e no contributo colectivo de Caouette, Altman e Narayanan (1998).

A avaliação financeira de empréstimos é um tema que tem vindo recentemente a despertar cada vez maior interesse, nomeadamente através da utilização de metodologias de avaliação, a preços de mercado. Segundo Bessis (1998), o valor de mercado de um empréstimo corresponde ao valor actualizado dos fluxos gerados de pagamentos futuros de capital e juros. Na inexistência de um mercado líquido em que estes activos possam ser transaccionados, o valor real será significativamente inferior ao valor teórico determinado, podendo ser transaccionados “profundamente a desconto”.

A aplicação destas metodologias de avaliação a carteiras de empréstimos foi, segundo Dermine (1996), inicialmente sugerida por Altman e outros autores, tendo como principais objectivos:

1. Fornecer ao mercado (investidores, depositantes, obrigacionistas, accionistas) melhor e mais transparente informação sobre a solidez das instituições;
2. Permitir a aplicação de regras de requisitos mínimos de capital que não se baseiem apenas em dados contabilísticos, não sendo, portanto, sujeitas a distorções;
3. Fornecer elementos mais precisos às autoridades de supervisão sobre eventuais insuficiências de capital das IF, com o intuito de proteger os depositantes, salientando a necessidade de eventuais recapitalizações;
4. Possibilitar a análise de performance das unidades de negócio responsáveis pela concessão de crédito.

Surgem, no entanto, críticas às metodologias de avaliação a valores de mercado referindo que, na ausência de um mercado em que estas carteiras possam ser transaccionadas, a sua avaliação torna-se subjectiva e dispendiosa, (Dermine, 1996).

O objectivo da maximização do valor para o accionista assume, cada vez mais, uma maior importância na gestão actual das IF. “Orientar os gestores para a maximização da rentabilidade dos capitais próprios” é a palavra de ordem. Pretendendo responder ao objectivo enunciado, as IF estão a optar por uma gestão descentralizada ao nível de cada unidade de negócio. Esta tendência trouxe consigo a necessidade de desenvolvimento de medidas de rentabilidade ajustadas ao risco, consistentes com a política de maximização do valor para o accionista, prosseguida pela instituição (Punjabi e Dunsche, 1998). Estas medidas demonstraram ser as mais indicadas para utilização ao nível das unidades descentralizadas de negócio, (Dermine 1998).

A criação de valor para o accionista constitui hoje a regra de “ouro” a seguir. De acordo com a mesma, a instituição criará valor para os seus accionistas, desde que a rentabilidade esperada dos capitais próprios exceda a rentabilidade oferecida pelo mercado financeiro, a partir de uma rentabilidade objectivo requerida pelo accionista ou taxa crítica mínima, ou *hurdle rate*. Como referência para esta taxa pode-se utilizar o prémio de risco nos mercados financeiros, para uma operação com as mesmas características, ou o “beta” de uma acção, Bessis, (1998). Assim, os gestores afectarão capital projectando proveitos líquidos para as várias unidades de negócio, de modo a obter a taxa pretendida. A afectação de capitais próprios, tradicionalmente baseada nos requisitos de capital impostos pela autoridade de supervisão (BP), segundo as normas emanadas pelo BIS, mostra-se claramente insuficiente neste contexto.

A protecção do valor para o accionista, no médio e longo prazo, requer que se considere o nível de capitalização necessária para fazer face às perdas sofridas, nomeadamente, as não provisionadas ou inesperadas e que devem ser cobertas por capitais próprios adicionais (Bessis, 1998). A partir da estimação das perdas potenciais para um determinado nível de confiança (VaR), a IF afectará a cada UEN o capital necessário, de modo a que a taxa de rentabilidade requerida seja atingida.

4.1. Metodologia tradicional de avaliação de uma operação de crédito

A metodologia de avaliação, tradicionalmente mais utilizada, corresponde à “margem” ou *cost-plus model* (Rose 1995), que não é mais do que a diferença entre os juros recebidos e juros os pagos, acrescida dos custos operacionais e prémio de risco. A margem pode ser deduzida do modelo a seguir apresentado, não se considerando, no entanto, os fluxos actualizados de caixa gerados ao longo da vida do empréstimo:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Taxa de juro} & & & & & & \\ \text{cobrada} & = & \text{Custo do} & + & \text{Custos} & + & \text{Prémio de} & + & \text{Margem de} \\ & & \text{funding} & & \text{operacionais} & & \text{risco} & & \text{lucro} \end{array}$$

ou poderá ainda ser deduzida a partir de um modelo mais completo quanto aos pressupostos, podendo a avaliação de uma operação, de acordo com esta última metodologia, basear-se nos seguintes factores:

- Risco do devedor (através da imputação de uma provisão para as perdas potenciais, com base no histórico de incumprimentos);
- Maturidade da operação;
- Tipo de colateral oferecida;
- Custo de obtenção dos fundos (financiamento por capitais alheios) para o prazo correspondente;
- Custos operativos.

Adicionalmente são ainda requeridos outros factores, como sejam, uma taxa crítica ou de remuneração do capital objectivo para o accionista, e o cumprimento do rácio de capital, atendendo à ponderação da operação, de acordo com o risco da contraparte (ponto 3.1.1.2.).

Esta abordagem de avaliação, em termos de correcção dos resultados obtidos, é particularmente sensível à precisão dos pressupostos de base, nomeadamente os relacionados com o prémio de risco (Caouette, Altman e Narayanan, 1998)

O preço final a cobrar, ou taxa juro, é calculado a partir de uma margem (*spread*) relativamente a uma taxa de juro de referência de mercado: Lisbor ou Euribor ou do Banco: *prime-rate* ou taxa para clientes de melhor risco.

Por fim, deve-se comparar o preço final obtido com o da concorrência, para uma operação com as mesmas características. Poderá surgir a necessidade da introdução de um ajuste de natureza comercial na margem, de modo a reflectir uma diminuição no preço final a cobrar ao cliente de forma a tornar a operação concorrencial.

Apesar de este método simples ser utilizado em muitos bancos (Caouette, Altman e Narayanan, 1998), esta metodologia pode resultar em perdas, visto considerar apenas o risco esperado dado pelo histórico de taxas de incumprimento. A ocorrência de uma perda superior à considerada, ou a verificação de incumprimento logo após o início da operação, poderá implicar uma quebra significativa nos resultados. Outra das limitações deste tipo de medidas, é o facto de a margem não poder ser ajustada em função da melhoria ou deterioração do risco do devedor.

A insuficiência da informação necessária, ou a falta de uma metodologia específica, levou muitas IF a basear-se em medidas mais gerais, assentes em informação contabilística, tais como, Rendibilidade dos Activos (ou Return on Assets ou ROA) ou Rendibilidade dos Capitais Próprios (ou Return on Equity ou ROE), na avaliação de empréstimos e medição da rendibilidade (Quadro n.º 4.1.).

Quadro 4.1. - Quadro resumo das principais medidas tradicionais de rendibilidade

Acrónimo	Definição	Numerador	Denominador
RDA – (ou ROA) Rendibilidade dos Activos, em %.	Rácio tradicionalmente muito utilizado. Mas não é ajustável pelo risco.	Proveito líquido após provisões para perdas.	Valor contabilístico do Activo (médio ou de fim de exercício).
RCP – (ou ROE) Rendibilidade dos Capitais Próprios, em %.	Esta medida não é ajustável pelo risco e não pode ser utilizada para uma operação ou unidade de negócio	Proveito líquido após provisões para perdas.	Valor contabilístico dos Capitais Próprios, acrescido dos resultados retidos (médio ou de fim de exercício).

Fonte: Caouette, Altman e Narayanan, 1998

Embora estas medidas possam ser ajustadas passando de uma base essencialmente contabilística para valores de mercado (Bessis, 1998), a sua utilização apresenta algumas limitações, uma vez que as mesmas não consideram o risco específico incorrido em cada operação, inviabilizando a comparação entre diferentes áreas de negócio.

4.2. Medidas de rendibilidade do capital ajustadas pelo risco

Na procura de medidas mais eficientes que reflectam o capital necessário a afectar a cada operação de crédito, promovidas e inspiradas pelas autoridades de supervisão, surgiu o conceito de medidas ajustadas pelo risco. Estas medidas permitem estabelecer comparações entre activos, ou negócios, que envolvam diferentes volatilidades do rendimento (Bessis, 1998 e Blum, 1995).

Ainda segundo Bessis (1998), este tipo de medidas pode ser apresentado sob duas variantes principais: rendimento ajustado pelo risco ou RAROC, ou capital ajustado pelo risco ou RORAC. Ambas têm em comum o facto de, em termos metodológicos, assumirem uma taxa crítica à qual o accionista deseja ser remunerado, atendendo ao risco do negócio, o que é o mesmo que assumir que a afectação de capitais próprios será feita em função do risco potencial, e determinará a rendibilidade requerida pelo accionista.

A utilização destas medidas tem vindo a aumentar no sector bancário, embora por vezes com denominações diferentes, tais como, Return on Allocated Capital ou RAC, Return on Allocated Risk Capital ou ROARC e Risk Adjusted Return on Risk Allocated Capital ou RARORAC (Dermine, 1996).

Dado que se mostra necessário ajustar, simultaneamente, o rendimento e o capital pelo risco, para obtermos uma medida ajustada pelo risco, num âmbito mais geral, a designação RAROC contempla os dois ajustamentos referidos, podendo ser expresso da seguinte forma (Bessis, 1998):

$$RAROC = \frac{\text{Margem ou Proveitos esperados} - \text{Perdas provisionadas}}{\text{Capital necessário para absorver as perdas não provisionadas}}$$

O RAROC foi inicialmente introduzido na Banca pelo *Bankers Trust* que começou a utilizá-lo nos finais dos anos 1970. O objectivo da utilização desta medida de rendibilidade ajustada pelo risco pela referida instituição, consiste em afectar capital a um empréstimo, ou UEN, num valor igual à perda máxima esperada com um determinado grau de confiança, por exemplo 99%, calculado numa base anual e depois de impostos. Verifica-se que, quanto maior for a volatilidade do rendimento, maior deverá ser o capital afecto à operação, exigindo-se consequentemente uma maior rendibilidade de forma a cobrir as perdas potenciais (Caouette, Altman e Narayanan, 1998).

Mas a utilização, nas medidas de rendibilidade ajustadas pelo risco, de uma taxa crítica objectivo (ou *hurdle rate*), pode levantar alguns problemas metodológicos (Dermine, 1998):

1. Ao considerarmos uma margem necessária para remunerar o accionista e adicionarmos essa margem à margem necessária para cobrir as despesas operacionais e prémio de risco, este método aparentemente simples levanta, no entanto, alguns problemas. A margem que deverá remunerar o capital é função do nível de taxas de juro praticadas no mercado o que, se adicionarmos ainda o facto de a curva de taxas *spot* não ser rasa, poderá conduzir a conclusões enganadoras, nomeadamente no caso de empréstimos multi-período, aumentando assim o grau de complexidade da análise.
2. Por outro lado, a aplicação de uma só taxa crítica a toda a carteira, não é correcto. Diferentes níveis de risco requerem diferentes taxas críticas.

Segundo o referido autor, o método mais correcto será aquele que utilize uma técnica de determinação do valor adaptável a empréstimos multi-período, permitindo assumir uma curva de rendimentos não rasa, com níveis de capital mínimo requerido pelo accionista, de acordo com o risco específico de cada empréstimo podendo, inclusivamente, variar empréstimo a empréstimo.

Considerando as questões atrás referidas, iremos utilizar uma abordagem de avaliação de empréstimos, o *Loan Arbitrage-Free Valuation Model* (modelo de avaliação de empréstimos, em equilíbrio sem oportunidades de arbitragem). Esta abordagem, proposta por Dermine, constitui uma alternativa às metodologias baseadas em medidas ajustadas pelo risco, ultrapassando assim os problemas metodológicos acima referidos.

4.3. Modelo de avaliação alternativo - Loan Arbitrage-Free Pricing (LAFP) Model

Segundo Dermine (1996), um modelo considerado adequado para avaliar operações de crédito deverá tomar em consideração os seguintes factores: a probabilidade de incumprimento, a percentagem de recuperação em caso de incumprimento, o efeito fiscal, o nível de capitais alheios e de capitais próprios, o

prémio de risco requerido pelo mercado, bem como as despesas operacionais incorridas. Ainda Dermine (1996), refere que não sendo os prémios de risco imputáveis a cada operação directamente observáveis no mercado, as medidas que propõem a utilização do denominado prémio de risco calculado a partir de obrigações transaccionadas no mercado não são, na maior parte dos casos, aplicáveis.

O problema coloca-se quando pretendemos utilizar um prémio de risco relativo a um sector ou actividade específico. Se tivéssemos no mercado um banco especializado no tipo de crédito que pretendemos analisar, poderíamos utilizar o prémio de risco a partir da rendibilidade oferecida pelas acções dessa instituição, caso as mesmas fossem transaccionadas e possuissem alguma liquidez no mercado. A situação mais comum é essa informação não estar disponível, pelo que não podemos determinar por essa forma o risco de mercado específico.

Os princípios usados no modelo de avaliação em equilíbrio (LAFP), baseiam-se nos mesmos princípios enunciados por Modigliani e Miller (1958) que, embora num contexto diferente, sugerem a utilização da informação disponível no mercado obrigacionista. Isto vai-nos permitir, em alternativa à determinação de um custo de risco específico para os capitais próprios relacionada com a estrutura de recursos alheios/capitais próprios, avaliar separadamente os fluxos de caixa gerados pelo empréstimo (proveitos) e os fluxos de caixa ligados ao financiamento (capitais alheios). Assim, podemos optar pela utilização de taxas de actualização diferenciadas para actualizar os fluxos de caixa, em detrimento do cálculo do custo de capital que reflecta o risco específico. Cada fluxo de caixa irá ser actualizado por uma taxa de actualização que se pretende ajustada pelo risco.

Neste modelo, a taxa de juro de equilíbrio de um empréstimo define-se como sendo a taxa que iguala o valor actual dos fluxos de caixa, líquidos de impostos, actualizados a taxas de risco específico, ao valor dos capitais próprios inicialmente investidos, 8% no mínimo segundo as regras prudenciais do BP (ponto 3.1.1.2). Considerando alguma aleatoriedade para os fluxos de caixa, deveremos então considerar mais correctamente o valor esperado dos fluxos de caixa (considerando a probabilidade de os mesmos serem ou não recebidos e, neste último caso, qual a percentagem de recuperação previsível).

A taxa de juro de equilíbrio assim determinada toma em consideração os seis factores determinantes do valor económico de um crédito acima enunciados.

Os fluxos de caixa, em cada período, deverão considerar a amortização de capital e os juros, quer os recebidos quer os relativos ao financiamento ou *funding* (capitais alheios) bem como o efeito fiscal (IRC). Os fluxos de caixa líquidos de impostos, deverão ser então actualizados a taxas de actualização que reflectam o custo de oportunidade (taxas de mercado), para investimentos de igual risco, enquanto que o financiamento deverá ser actualizado à taxa de referência de mercado ou alternativamente ao custo de oportunidade requerido pelos accionistas (Dermine, 1998) considerando o risco incorrido. Tendo por base o modelo apresentado por Dermine (1996), procedemos à sua adaptação ao caso em estudo (para uma carteira com a duração média de quatro períodos anuais):

Assim, o modelo geral será expresso pela seguinte expressão:

$$FP = \frac{(1-p) [(Re_t + (1-T)J_t)] + p \{ [\% (Re_t + (1-T)J_t)] + T [\% (Re_t + (1-T)J_t)] \}}{(1+i_t)^t} -$$

$$\frac{Rf_t + Cf_t(1-T)}{(1+s_t)^t} - \frac{Co}{(1+i_t)^t} + \dots + \frac{(1-p) [(Re_4 + (1-T)J_4)] + p \{ [\% (Re_4 + (1-T)J_4)] + T [\% (Re_4 + (1-T)J_4)] \}}{(1+i_4)^4} -$$

$$\frac{Rf_4 + Cf_4(1-T)}{(1+s_4)^4} - \frac{Co}{(1+i_4)^4}$$

Sendo que:

FP = Fundos próprios (correspondente a um rácio de solvabilidade mínimo de 8%, de acordo com as normas em vigor (ponto 3.1.1.2.);

t = n.º de períodos do empréstimo;

Re_t = Reembolso de capital do empréstimo no período t ;

J_t = juros do empréstimo no período t ;

T = Taxa de IRC;

i_t = Taxa de juro *spot* referente ao período t , que reflecte o custo de oportunidade do investimento para o accionista;

p = Probabilidade ou taxa de incumprimento, sendo $(1-p)$ a probabilidade de cumprimento;

$\%$ = Taxa de recuperação em caso de incumprimento;

s_t = Taxa de juro interbancária (ou de referência) do período t ;

Cf_t = Custo do financiamento interbancário (ou de outra fonte alternativa) do período t ;

Rf_t = Reembolso do financiamento interbancário (ou de fonte alternativa) do período t ;

Co = Custos operacionais (custos directos e indirectos após efeito impostos).

O valor esperado do fluxo de caixa, após impostos, em cada período, inclui três componentes: a receita esperada em caso de cumprimento, a receita esperada em caso de incumprimento considerando a taxa de recuperação e o “efeito fiscal” do montante não recuperado e ainda os custos operativos (directos e indirectos).

Considera-se este método consistente com os princípios utilizados na teoria financeira (Dermine, 1998), na medida em que permite a utilização de taxas de actualização específicas dos fluxos de caixa para cada nível de risco, bem como a incorporação, na avaliação, de uma curva não rasa de taxas de rendimento, ultrapassando assim o problema da determinação de uma taxa crítica (*hurdle rate*) específica para cada negócio. Este método permite utilizar a informação disponível, no mercado, relativa ao rendimento esperado das obrigações de empresas com risco semelhante ao dos empréstimos objecto de avaliação caso exista ou na sua falta a utilização de taxas que reflectam o custo de oportunidade para o accionista.

4.3.1. Algumas considerações finais sobre este modelo

4.3.1.1. Provisões para riscos de crédito

O modelo permite incorporar o regime de provisionamento para fazer face às perdas esperadas, através da afectação aos fluxos de caixa de taxas de incumprimento e de taxas de recuperação, em caso de incumprimento considerando o valor esperado dos fluxos de caixa.

Por outro lado, o modelo permite avaliações subsequentes após a recepção de cada fluxo de caixa, ajustando-se assim o valor residual do empréstimo a uma nova estrutura de taxas de juro e factores de risco, se necessário (as taxas de incumprimento subsequentes ao primeiro ano de vida do empréstimo podem alterar-se – isto é, aumentar ou diminuir).

Esta metodologia permite ainda imputar o montante de provisões necessárias em cada um dos vários períodos, uma vez que, ao contrário das metodologias tradicionais, não considera o capital e juros como integralmente recebidos em cada período.

4.3.1.2. “Duração” dos capitais alheios

A taxa de equilíbrio determinada através do modelo, é função das taxas de mercado no momento da avaliação do empréstimo e, consequentemente, da própria ETTJ, ou seja, das taxas *spot* para os vários anos. Podendo a ETTJ sofrer alterações ao longo da vida do empréstimo, uma questão que se coloca, é a da imunização dos capitais alheios que financiam o empréstimo, para fazer face ao risco de taxa de juro.

Uma das técnicas utilizadas consiste em obter financiamentos de prazo coincidente, o que poderá ser conseguido através da contratação de um swap de taxa de juro, em que cada fluxo de pagamento do financiamento, à contraparte, coincidirá com cada uma das amortizações anuais.

4.3.1.3. Afectação dos capitais próprios

O método mais comum consiste em afectar o capital necessário para fazer face ao pior cenário: VaR a 99% ou a 98%, correspondente a 3σ ou 2σ (desvios padrão), respectivamente. Por natureza, as carteiras de empréstimos têm um grau de liquidez reduzida, ou seja, não podem ser rapidamente transaccionadas no mercado para efeitos de uma estratégia de limitação das perdas (*stop loss*). O procedimento a seguir deverá ser, em primeiro lugar, determinar qual o VaR que se pretende e, a partir daí e de acordo com o mesmo, afectar mais capital à unidade de negócio, se necessário (ponto 4.3.2.).

4.3.1.4. Efeito de diversificação de carteira

A diversificação de uma carteira poderá conduzir à diminuição do montante de capital que é necessário afectar, por parte do accionista. O mesmo raciocínio pode aplicar-se às várias unidades responsáveis pela concessão do crédito, devendo a afectação de capital pelas várias unidades do Banco tomar em consideração esses ganhos de diversificação.

A segmentação do banco em várias unidades de negócio, sem considerar a correlação entre elas (em termos de risco), pode levar a uma sobre-afectação do capital, traduzindo-se numa avaliação incorrecta dos empréstimos contribuindo para a tomada incorrecta de decisões estratégicas.

Deverá procurar-se um equilíbrio entre os benefícios da descentralização, necessária a uma cultura empresarial mais agressiva, e os benefícios da consolidação dos riscos, necessária de modo a permitir tirar partido dos ganhos resultantes da diversificação.

4.3.2. Aplicação ao caso em estudo

De acordo com a fórmula do modelo, ilustrada no ponto anterior, as conclusões são a seguir apresentadas. A título exemplificativo, apresenta-se no Anexo 4, o desenvolvimento dos cálculos efectuados relativos a uma das hipóteses consideradas.

Como pressupostos base, considerámos uma estrutura de fluxos de caixa anuais, que corresponda a um plano financeiro relativo a um empréstimo, a taxa fixa de 10,5% ao ano, em regime de prestações constantes com amortização de capital crescente e pagamento de juros decrescente. A componente de financiamento da operação descrita, acompanha o plano financeiro referido, considerando como custo os juros à taxa de referência de mercado (taxas de juro interbancárias referidas no Anexo 4).

Como taxas de actualização específicas para os fluxos de caixa positivos (prestações de capital e juros) e ainda para os custos operacionais, na inexistência no mercado de obrigações de empresas financeiras que possam servir de referência para este tipo de crédito, consideraram-se as determinadas no ponto 3.3.4.1. , a partir da ETTJ construída com base nas obrigações de Tesouro. Como taxas de actualização específicas das operações de financiamento do crédito, consideram-se as taxas de juro *swap*, prevaletentes no mercado à data deste trabalho como referencial relativamente ao custo dos fundos no mercado interbancário.

Determinou-se, para cada um dos períodos, o valor esperado dos fluxos de caixa positivos e negativos após impostos (IRC), tendo para tal utilizado a taxa de incumprimento e a percentagem de recuperabilidade em caso de incumprimento histórica da instituição, já utilizada no ponto 3.3.3., que corresponde a uma taxa única e cumulativa para toda a carteira, considerando apenas dois estados possíveis: cumprimento ou incumprimento.

Foram consideradas quatro hipóteses de trabalho, tendo sido comparados os respectivos resultados:

1ª Hipótese: Consideramos o montante de provisão para riscos gerais de crédito, de acordo com as normas do BP, conforme referido no ponto 3.3.7.2., as quais são totalmente constituídas em $t=0$, mas incidindo apenas sobre o capital em dívida. Com um rácio de Fundos Próprios de 8%, resulta um intervalo de confiança para o VaR de 80,5%;

2ª Hipótese: Sistema de provisionamento de acordo com o modelo LAFP; rendibilidade ajustada pelo risco mas utilizando as taxas de incumprimento históricas da instituição. Com Fundos Próprios (mínimo legal de 8%), resulta um intervalo de confiança para o VaR de 90,2%;

3ª Hipótese: Sistema de provisionamento de acordo com o modelo LAFP; rendibilidade ajustada pelo risco utilizando as taxas de incumprimento históricas da instituição, mas com acréscimo de capital accionista (Fundos Próprios de 8,5%), que proporciona um intervalo de confiança, para o VaR, de 94,3%;

4ª Hipótese: Sistema de provisionamento de acordo com o modelo LAFP; rendibilidade ajustada pelo risco utilizando as taxas de incumprimento históricas da instituição, mas com acréscimo de capital accionista (Fundos Próprios de 11,2%) que proporciona um intervalo de confiança, para o VaR, de 99,9%;

Seguidamente apresenta-se um quadro resumo dos resultados obtidos:

Quadro 4.2. – Os vários cenários considerados

Indicadores	Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3	Hipótese 4
Rácio de solvabilidade	8,00%	8,00%	8,5%	11,2%
Provisão para incumprimento	1,5%	1,9% (1)	1,9% (1)	1,9% (1)
VaR	80,5%	90,2%	94,3%	99,9%
Margem financeira	3,04%	2,87%	2,86%	2,80%
Taxa de equilíbrio – LAFP	7,46%	7,63%	7,64%	7,70%
ROE	38%	36%	34%	25%

- (1) O valor da provisão referido, considera o valor esperado do fluxo de recebimento actualizado para o momento inicial, antes de IRC.

Análise dos resultados obtidos:

Comparativamente aos valores referidos anteriormente no ponto 3.3.7.2., no que respeita ao valor da provisão e nível de cobertura de VaR, os resultados obtidos através da aplicação deste modelo apresentam-se mais consistentes do ponto de vista financeiro reflectindo de uma forma adequada, a relação risco/rendibilidade permitindo uma mais correcta adequação da política de taxas a cobrar bem como de gestão do risco numa base de valores de mercado.

Dos resultados obtidos, conclui-se que para um mesmo nível de taxa de juro cobrada, a aplicação ao modelo do valor de provisão segundo as normas do BP apenas permite cobrir um VaR, com um intervalo de confiança, de 80,5%. Os resultados obtidos a partir das hipóteses nº 2, 3, e 4, que consideram as taxas históricas de incumprimento da instituição, permitem concluir que à medida que a gestão da IF considerar como objectivo principal uma cobertura superior em termos de risco, cobertura de um VaR mais elevado, capital accionista suplementar terá que ser adicionado com a consequente perda de rendibilidade.

Dado que a instituição tem por imperativo legal seguir as normas de capitalização e de provisionamento impostas pelo BP, referido no ponto 3.3.7.2., a metodologia proposta poderá servir supletivamente como um modelo a ser desenvolvido internamente, podendo servir de referência a políticas prudenciais de gestão de risco de crédito incorporando riscos de mercado, à semelhança do que já acontece com outros activos financeiros (instrumentos de dívida, acções, posições cambiais, *commodities* e opções)¹¹.

¹¹ DAC - Directiva do Conselho 93/6 CEE (1993)

5. Conclusões finais

Este trabalho iniciou-se com uma revisão ao sistema de notação de crédito implantado na instituição financeira que disponibilizou os dados para análise. Dos testes efectuados ao sistema de análise discriminante concluiu-se que, relativamente ao modelo em utilização, não se encontram validados todos os pressupostos estatísticos deste tipo de análise, pelo que consideramos que o modelo não é suficientemente discriminante. Verificou-se, inclusivamente, que algumas variáveis podiam ser retiradas do modelo inicial, em virtude de não acrescentarem valor explicativo ao mesmo.

A partir da relação que se verifica existir entre cada nota de *score* e a respectiva probabilidade de incumprimento, propôs-se a construção de um sistema de classes de risco o qual, embora usualmente utilizado no crédito a empresas, permitiu a aplicação da metodologia CreditMetrics da J.P. Morgan.

Esta metodologia de quantificação do risco de crédito numa base integrada, desenvolve-se a partir de parâmetros que é necessário estimar (taxas de incumprimento, taxas de recuperabilidade, volatilidades e correlações).

A análise foi limitada pela insuficiência de dados históricos verificada. No entanto, ficou demonstrado que a aplicação desta metodologia poderá ser, de futuro, considerada viável, nomeadamente, a partir da estimação de matrizes de probabilidades de transição que contenham informação relativa às probabilidades de incumprimento multi-período, e às respectivas taxas de recuperabilidade e sua volatilidade.

Outro possível desenvolvimento desta análise passará pelo estabelecimento de uma relação entre o risco e a rendibilidade, em função de cada nota de aceitação/rejeição a ser fixada, permitindo a definição de uma fronteira eficiente, formada pelos pontos onde se verifica a minimização das perdas potenciais para um dado nível de proveitos ou lucro.

A partir da adaptação da metodologia de quantificação de risco proposta, baseada em métodos quantitativos, à carteira de crédito pessoal, calculou-se o valor em risco da carteira (VaR) para vários níveis de confiança considerados. Este cálculo tomou em consideração quer o impacto das taxas de

incumprimento, quer a estrutura das taxas de juro de mercado, sobre o valor esperado dos fluxos de caixa gerados.

O impacto da não consideração das taxas de correlação existentes entre classes de risco sobre o cálculo do VaR, traduz-se numa sobreavaliação dos valores em risco obtidos.

Da comparação dos resultados obtidos com as normas do Banco de Portugal actualmente em vigor, concluiu-se que a aplicação deste modelo poderá conduzir a um reforço dos capitais próprios da instituição, que será tanto maior quanto maiores forem as taxas históricas de incumprimento da instituição e mais elevados os níveis de confiança exigidos para o VaR.

A importância crescente da criação de valor para o accionista na gestão das instituições financeiras, induziu o desenvolvimento de medidas de rentabilidade ajustadas pelo risco. Nesta medida, foi apresentado um modelo de avaliação de empréstimos em situação de equilíbrio que incorpora, de uma forma integrada, o risco de crédito e de mercado. Através da utilização do “Loan Arbitrage-Free Pricing Model” foi evidenciada, mediante a determinação de uma taxa de juro de equilíbrio, a relação existente entre a política de constituição de provisões da instituição, o nível de capitais próprios exigido e a rentabilidade dos mesmos. Este método de avaliação permite comparar, em termos da rentabilidade ajustada pelo risco, várias unidades de negócio, possibilitando o desenvolvimento de uma gestão estratégica, de forma a assegurar a maximização do valor para o accionista.

Independentemente do tipo dos pressupostos assumidos ao longo deste trabalho, e dos riscos de estimação inerentes, tanto mais tratando-se de uma adaptação de um modelo inicialmente desenvolvido para a quantificação do risco de crédito a empresas, propusemos a utilização do CreditMetrics, por se tratar de uma metodologia de quantificação e supervisão do risco consistente ao longo do tempo, contribuindo para o aumento da eficiência das instituições financeiras, não que diz respeito ao risco de crédito.

A possível utilização desta metodologia deve ser considerada como um elemento necessário, mas não suficiente, para a gestão e controlo do risco.

6. Bibliografia

- Afifi, A. e Clark, V. (1984), *Computer-Aided Multivariate Analysis*, California: Lifetime Learning Publications Belmont.
- Altman, E., Avery R., Eisenbeis R. e Sinkey J. (1981), *Application of Classification Techniques in Business, Banking and Finance*, Contemporary Studies in Economic and Financial Analysis, Vol.3, Greenwich : JAI Press Inc.
- Altman E. (1983), *Corporate Financial Distress and Bankruptcy*: Wiley Frontiers in Finance.
- Altman E. e Saunders A. (1998), *Seminar on: Credit Risk Management with Special Reference to CreditMetrics Book I, Book II Vol. 1, 2 e 3 e Book III*, January, New York: Stern University.
- Basle Committee on Banking Supervision (1995), *Planned Supplement to the Capital Accord to Incorporate Market Risks*, April, Basle.
- Banco de Portugal (1992), Aviso nº 12/92, *Fundos Próprios das Instituições Financeiras*, Dezembro.
- Banco de Portugal (1993), Aviso nº 1/93, *Rácio de Solvabilidade das Instituições de Crédito*, Junho
- Banco de Portugal (1995), Aviso nº 3/95, *Política de Provisionamento das Instituições Financeiras*, Junho.
- Banco de Portugal (1996), Aviso nº 7/96, *Adequação dos fundos próprios das empresas de investimento e das instituições de crédito*, Dezembro.
- Banco de Portugal (1996), Aviso nº 8/96, *Fundos Próprios das Instituições Financeiras*, Dezembro.
- Banco de Portugal (1999), Aviso nº 2/99, *Alteração do Regime de Provisionamento do Crédito ao Consumo*, Janeiro.
- Bessis, J. (1998), *Risk Management in Banking*: John Wiley & Sons.
- Blum, G. (1995), *New Trends and Methods Concerning Risk Managment*, 89th Session, Turkey: Institut International D'Etudes Bancaires.
- Boletim Informativo da Associação Portuguesa de Bancos, *Dados sobre a Banca em Portugal* (primeiro semestre de 1998), Ano 11, Nº22, Dezembro de 1998.
- Boudoukh J. e Saunders A. (1998), *Seminar on: Advanced Topics in Market Risk Measurement and Management, Book I e II*, February, New York: Stern University.
- Brealey R. e Myers S., (1992), *Princípios de Finanças Empresariais*, McGraw-Hill, 3ª Edição.

- Capon N. (1978), Discrimination in screening credit applicants, *Harvard Business Review*, May-June.
- Capon N. (1982), Credit Scoring Systems: A Critical Analysis, *Journal of Marketing*, Vol.46, Spring, pp. 82-91.
- Caouette J. , Altman E., Narayanan P. (1998), *Managing Credit Risk*, Wiley.
- Chatfield C. e Collins A. (1980), *Introduction to Multivariate Analysis*, Chapman and Hall.
- Chatterjee S. e Barcun S. (1970, A Non Parametric approach to Credit Screening, *Journal of American Statistical Association*, March, pp.150.
- Coelho, R. (1995), *Risco de Crédito e de Taxa de Juro dos derivados financeiros fora de bolsa*, Tese de Mestrado, INDEG/ISCTE.
- Coleshaw J. (1989), *Credit Analysis-How to Measure and Manage Credit Risk*: Woodhead-Faulkner Limited.
- Connor J. e Weinman A. (1999), Benchmarking Small Business Credit-Scoring and Portfolio Management Practices, *The Journal of Lending & Credit Risk Management*, January, pp. 74-79.
- Costa F. (1992), *Avaliação de Crédito Pessoal*, Tese de Mestrado, ISEG.
- Cruz C. (1995), *Obrigações – Mercado, Avaliação e Risco de Taxa de Juro*: Bolsa de Valores do Porto.
- Dermine J. (1996), *Loan Valuation – A Modern Finance Perspective*, R&D: INSEAD.
- Dermine J. (1998), Pitfalls in the Application of RAROC in Loan Management, *The Arbitrageur*, Vol.1, Nº1.
- Directiva do Conselho 93/6 CEE (1993), Capital Adequacy of investment firms and credit institutions, *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, Março.
- Eales R. e Bosworth E. (1998), Severity of Loss in the Event of Default in Small Business and Larger Consumer Loans, *The Journal of Lending & Credit Risk Management*, May, pp. 58-65.
- Fabozzi F. (1995_a), *Bond Markets Analysis and Strategies*, Second Edition, Prentice-Hall International Inc.
- Fabozzi F. (1995_b), *Investment Management*, Prentice Hall International Inc.
- Ferreira I. (1998), *Value at Risk: gestão e quantificação do risco de mercado - Uma análise de implementação*, Tese de Mestrado, INDEG/ISCTE.
- Ferreira M. (1996), *Gestão de Activos e Passivos*, Curso de Pós Graduação em Mercados e Activos Financeiros: CEMAF.

- Gupton, G. (1997), The New Talk of the Town: CreditMetrics™, a Credit Value-at-Risk Approach, *The Journal of Lending & Credit Risk Management*, August, pp. 44-53.
- Jorion P. (1997), *Value at Risk-The new benchmark for controlling derivatives risk*: Irwin.
- J.P. Morgan, (1997a) - *Introduction to CreditMetrics*, April, New York: J.P. Morgan.
- J.P. Morgan, (1997b) - *CreditMetrics, Technical Document*, April, New York: J.P. Morgan.
- Kolesar P. e E Showers J. (1985), A Robust Credit Screening Model Using Categorical Data, *Management Science*, Vol.31, n°2, pp. 123-133.
- Lee, A. (1999) - *CorporateMetrics Technical Document*, April: RiskMetrics Group
- Li D. (1999), *Value at Risk Based on the Volatility, Skewness and Kurtosis*, March: RiskMetrics Group.
- Loughlin, D. (1997), Value - at - Risk, Valuable Tool for Riskier Times, *The Journal of Lending & Credit Risk Management*, February, pp. 23-29.
- Mardia K., Kent J. e Bibby J. (1979), *Multivariate Analysis*: Academic Press.
- Mina J.(?), *Improved Cashflow Map*: RiskMetrics Group.
- Modigliani F. Miller M. (1958), The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment, *The American Economic Review*, Vol. XLVIII, Number three, June, pp. 261-297.
- Mota A., Barroso C., Nunes J., Ferreira M., Silvério A. (1995), *Gestão Financeira, Casos Práticos*: CEMAF.
- Myers J. e Forgy W. (1963), The Development of Numerical Credit Evaluation Systems, *American Statistical association Journal*, September, pp. 799-806.
- Neves C. (1997), *Análise Financeira*, 10ª Edição: Texto Editora.
- Neves C. e Silva J. (1998), *Modelo de Risco de Incumprimento à Segurança Social*, Fundação para a Ciência eTecnologia: ISEG.
- Newbold P. (1995), *Statistics for Business and Economics*, Fourth Edition: Prentice Hall International Editions.
- Oliver, R. e Wells, E. (1999), Designing efficient portfolio profit and risk frontiers for score cut-offs, *Viewpoints*, Vol.23, n°2 Junho-Agosto, pp. 8-9.
- Punjabi S. e Dunsche O. (1998), Effective Risk-Adjusted Performance Measurement for Greater Shareholder Value, *The Journal of Lending & Credit Risk Management*, October, pp. 18-24.
- Reis, E. (1997), *Estatística MultiVaRiada Aplicada*: Edições Sílabo.
- Reis, E. e Moreira R. (1993), *Pesquisa de Mercados*, 1ª Edição: Edições Sílabo.

- Rose, P. (1995), *Commercial Bank Management*, 3rd Edition, Cap. 18 e 19: Irwin.
- Ross, S., Westerfield R. e Jaffe J. (1996), *Corporate Finance*, Chapter 28, 4th Edition: Irwin
- Santomero A.(1995), *Commercial Bank Risk Management An Analysis of the Process*, Working Paper 95-11: Wharton Financial Institutions Center.
- Steenackers A. e Goovaerts M. (1989), A credit scoring model for personal loans, *Mathematics and Economics* 8 , pp. 31-34.
- Wiginton, J. (1980), A note on the comparison of Logit and Discriminant models of consumer credit behavior, *Journal of Finance and Quantitative Analysis*, Vol.XV n°3 September, pp. 757-770.
- Zandi M. (1997), The Lender of First and Last Resort, *The Journal of Lending & Credit Risk Management*, September, pp. 14-20.

7. ANEXOS

Anexo 1 – Estatísticas da população considerada

Quadro A 1.1. - Estatísticas das variáveis

1. Id - Idade

	Id1	Id2	Id3	Id4	Id5
Nº	130	207	630	920	848
Média	0,0475	0,0757	0,2303	0,3364	0,3101
Desvio padrão	0,2128	0,2645	0,4211	0,4726	0,4626

2. EC –Estado Civil

	EC1	EC2	EC3	EC4	EC5
Nº	1824	102	542	34	233
Média	0,6669	0,0373	0,1982	0,0124	0,0852
Desvio padrão	0,4714	0,1895	0,3987	0,1108	0,2792

3. Re – Tipo de residência

	Re1	Re2	Re3	Re4
Nº	1506	800	415	14
Média	0,5506	0,2925	0,1517	0,0051
Desvio padrão	0,4975	0,4550	0,3588	0,0714

4. AR – Antiguidade na Residência

	AR1	AR2	AR3	AR4	AR5
Nº	18	499	317	1885	16
Média	0,0066	0,1824	0,1159	0,6892	0,0059
Desvio padrão	0,0809	0,3863	0,3202	0,4629	0,0763

5. Situação Profissional

	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6
Nº	1634	669	102	55	24	244
Média	0,5974	0,2446	0,0373	0,0201	0,0088	0,0892
Desvio padrão	0,4905	0,4299	0,1895	0,1404	0,0933	0,2851

6. Pr – Profissão

	Pr1	Pr2	Pr3	Pr4	Pr5	Pr6	Pr7	Pr8
Nº	53	345	34	218	128	106	98	71
Média	0,0194	0,1261	0,0124	0,0797	0,0468	0,0388	0,0358	0,0260
Desvio padrão	0,1379	0,3321	0,1108	0,2709	0,2113	0,1931	0,1859	0,1500

Pr – Profissão (cont.)

	Pr9	Pr10	Pr11	Pr12	Pr13	Pr14	Pr15	Pr16
Nº	619	82	21	576	282	73	8	21
Média	0,2263	0,0300	0,0077	0,2106	0,1031	0,0267	0,0029	0,0077
Desvio padrão	0,4185	0,1706	0,0873	0,4078	0,3042	0,1612	0,0540	0,0873

7. AE - Antiguidade no Emprego

	AE1	AE2	AE3	AE4	AE5
Nº	29	415	537	1736	18
Média	0,0106	0,1517	0,1963	0,6347	0,0066
Erro Padrão	0,0020	0,0069	0,0076	0,0092	0,0015
Desvio padrão	0,1024	0,3588	0,3973	0,4816	0,0809

8. CP – Código Postal

	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7	CP8
Nº	243	239	217	14	78	480	385	96
Média	0,0888	0,0874	0,0793	0,0051	0,0285	0,1755	0,1408	0,0351
Desvio padrão	0,2846	0,2825	0,2703	0,0714	0,1665	0,3805	0,3478	0,1841

CP – Código Postal (cont.)

	CP9	CP10	CP11	CP12	CP13	CP14
Nº	318	221	177	45	5	217
Média	0,1163	0,0808	0,0647	0,0165	0,0018	0,0793
Desvio padrão	0,3206	0,2726	0,2461	0,1272	0,0427	0,2703

9. TE – Taxa de Esforço

	TE1	TE2	TE3	TE4
Nº	2633	81	7	14
Média	0,9627	0,0296	0,0026	0,0051
Desvio padrão	0,1895	0,1696	0,0505	0,0714

10. PP – Pronto Pagamento

	PP1	PP2	PP3	PP4	PP5
Nº	1446	910	263	70	46
Média	0,5287	0,3327	0,0962	0,0256	0,0168
Desvio padrão	0,4993	0,4713	0,2949	0,1580	0,1286

11. Antiguidade no Banco

	AB1	AB2	AB3	AB4	AB5
Nº	1845	161	505	193	31
Média	0,6746	0,0589	0,1846	0,0706	0,0113
Desvio padrão	0,4686	0,2354	0,3881	0,2561	0,1059

12. RB – Relação com o Banco

	RB1	RB2	RB3	RB4	RB5	RB6
Nº	1845	412	183	69	171	55
Média	0,6746	0,1506	0,0669	0,0252	0,0625	0,0201
Desvio padrão	0,4686	0,3578	0,2499	0,1568	0,2421	0,1404

13. SM- Saldo Médio

	SM1	SM2	SM3	SM4	SM5
Nº	1845	255	138	422	75
Média	0,6746	0,0932	0,0505	0,1543	0,0274
Desvio padrão	0,4686	0,2908	0,2189	0,3613	0,1633

14. IT - Indicador Telefónico

	IT1	IT2	IT3	IT4
Nº	26	863	271	1575
Média	0,0095	0,3155	0,0991	0,5759
Erro Padrão	0,0019	0,0089	0,0057	0,0095
Desvio padrão	0,0971	0,4648	0,2988	0,4943

Quadro A 1.2. - As características médias da população

Código	Característica	Classe	%
Id4	Idade do Proponente	34 anos ≤ <45 anos	34%
EC1	Estado Civil	Casado	67%
Re1	Tipo de Residência	Própria	55%
AR4	Antiguidade na Actual Morada	5 anos ≤	69%
SP1	Sector Profissional	Privado/Efectivo	60%
Pr9	Profissão	Profissionais de Serviços e Administrativos	23%
AE4	Antiguidade no Actual Emprego	≥ 6 anos	63%
CP6	Código Postal	Porto/Grande Porto	18%
TE1	Rendimento Disponível Agregado/Prestação Mensal	< 0,8	96%
PPI	% de Pagamento imediato ou a Pronto	0 %	53%
AB1	Antiguidade como Cliente do Banco	Novo Cliente	67%
RB1	Tipo de Relação com o Banco	Novo Cliente	67%
SM1	Saldo Médio (últimos 12 meses)	Novo Cliente	67%
IT4	Indicador Telefónico	Casa/ Emprego e Telemóvel	58%

Quadro A 1.3. - Características da população total e sub populações:

Estatísticas		População Total (c/contrato)		Cumpridores			Incumpridores		
Cód.	Nº.	Média	Desvio Padrão	Nº.	Média	Desvio Padrão	Nº.	Média	Desvio Padrão
Id1	130	4,8%	0,2128	124	4,7%	0,2121	6	5,5%	0,2291
Id2	207	7,6%	0,2645	199	7,6%	0,2647	8	7,3%	0,2620
Id3	630	23,0%	0,4211	617	23,5%	0,4241	13	11,9%	0,3256
Id4	920	33,6%	0,4726	876	33,4%	0,4716	44	40,4%	0,4929
Id5	848	31,0%	0,4626	810	30,8%	0,4619	38	34,9%	0,4787
EC1	1824	66,7%	0,4714	1763	67,1%	0,4698	61	56,0%	0,4987
EC2	102	3,7%	0,1895	96	3,7%	0,1877	6	5,5%	0,2291
EC3	542	19,8%	0,3987	514	19,6%	0,3968	28	25,7%	0,4389
EC4	34	1,2%	0,1108	32	1,2%	0,1097	2	1,8%	0,1348
EC5	233	8,5%	0,2792	221	8,4%	0,2777	12	11,0%	0,3144
Re1	1506	55,1%	0,4975	1455	55,4%	0,4972	51	46,8%	0,5013
Re2	800	29,3%	0,4550	769	29,3%	0,4552	31	28,4%	0,4532
Re3	415	15,2%	0,3588	388	14,8%	0,3549	27	24,8%	0,4337
Re4	14	0,5%	0,0714	14	0,5%	0,0728	0	0,0%	0,0000
AR1	18	0,7%	0,0809	16	0,6%	0,0778	2	1,8%	0,1348
AR2	499	18,2%	0,3863	488	18,6%	0,3890	11	10,1%	0,3026
AR3	317	11,6%	0,3202	305	11,6%	0,3205	12	11,0%	0,3144
AR4	1885	68,9%	0,4629	1802	68,6%	0,4641	83	76,1%	0,4282
AR5	16	0,6%	0,0763	15	0,6%	0,0754	1	0,9%	0,0958
SP1	1634	59,7%	0,4905	1584	60,3%	0,4893	50	45,9%	0,5006
SP2	669	24,5%	0,4299	625	23,8%	0,4259	44	40,4%	0,4929
SP3	102	3,7%	0,1895	96	3,7%	0,1877	6	5,5%	0,2291
SP4	55	2,0%	0,1404	53	2,0%	0,1407	2	1,8%	0,1348
SP5	24	0,9%	0,0933	24	0,9%	0,0952	0	0,0%	0,0000
SP6	244	8,9%	0,2851	237	9,0%	0,2866	7	6,4%	0,2463
SP7	7	0,3%	0,0505	7	0,3%	0,0516	0	0,0%	0,0000
Pr1	53	1,9%	0,1379	52	2,0%	0,1393	1	0,9%	0,0958
Pr2	345	12,6%	0,3321	335	12,8%	0,3337	10	9,2%	0,2900
Pr3	34	1,2%	0,1108	32	1,2%	0,1097	2	1,8%	0,1348
Pr4	218	8,0%	0,2709	204	7,8%	0,2677	14	12,8%	0,3361
Pr5	128	4,7%	0,2113	118	4,5%	0,2072	10	9,2%	0,2900
Pr6	106	3,9%	0,1931	103	3,9%	0,1942	3	2,8%	0,1644
Pr7	98	3,6%	0,1859	95	3,6%	0,1868	3	2,8%	0,1644
Pr8	71	2,6%	0,1590	69	2,6%	0,1600	2	1,8%	0,1348
Pr9	619	22,6%	0,4185	595	22,7%	0,4187	24	22,0%	0,4163
Pr10	82	3,0%	0,1706	75	2,9%	0,1666	7	6,4%	0,2463
Pr11	21	0,8%	0,0873	20	0,8%	0,0870	1	0,9%	0,0958
Pr12	576	21,1%	0,4078	560	21,3%	0,4097	16	14,7%	0,3555
Pr13	282	10,3%	0,3042	272	10,4%	0,3048	10	9,2%	0,2900
Pr14	73	2,7%	0,1612	69	2,6%	0,1600	4	3,7%	0,1889
Pr15	8	0,3%	0,0540	8	0,3%	0,0551	0	0,0%	0,0000
Pr16	21	0,8%	0,0873	19	0,7%	0,0848	2	1,8%	0,1348
IT1	26	1,0%	0,0971	25	1,0%	0,0971	1	0,9%	0,0958
IT2	863	31,6%	0,4648	820	31,2%	0,4635	43	39,4%	0,4929
IT3	271	9,9%	0,2988	254	9,7%	0,2956	17	15,6%	0,3256
IT4	1575	57,6%	0,4943	1527	58,1%	0,4934	48	44,0%	0,4929

Quadro A 1.3. - Características da população total e sub populações (cont.)

Estatísticas		População Total (C/contrato)		Cumpridores			Incumpridores		
Cód.	Nº	Média	Desvio Padrão	Nº	Média	Desvio Padrão	Nº	Média	Desvio Padrão
AE1	29	1,1%	0,1024	27	1,0%	0,1009	2	1,8%	0,1348
AE2	415	15,2%	0,3588	399	15,2%	0,3590	16	14,7%	0,3555
AE3	537	19,6%	0,3973	522	19,9%	0,3992	15	13,8%	0,3461
AE4	1736	63,5%	0,4816	1662	63,3%	0,4821	74	67,9%	0,4691
AE5	18	0,7%	0,0809	16	0,6%	0,0778	2	1,8%	0,1348
CP1	243	8,9%	0,2846	236	9,0%	0,2861	7	6,4%	0,2463
CP2	239	8,7%	0,2825	227	8,6%	0,2811	12	11,0%	0,3144
CP3	217	7,9%	0,2703	209	8,0%	0,2707	8	7,3%	0,2620
CP4	14	0,5%	0,0714	13	0,5%	0,0702	1	0,9%	0,0958
CP5	78	2,9%	0,1665	76	2,9%	0,1677	2	1,8%	0,1348
CP6	480	17,6%	0,3805	461	17,6%	0,3805	19	17,4%	0,3811
CP7	385	14,1%	0,3478	365	13,9%	0,3460	20	18,3%	0,3889
CP8	96	3,5%	0,1841	92	3,5%	0,1839	4	3,7%	0,1889
CP9	318	11,6%	0,3206	317	12,1%	0,3259	1	0,9%	0,0958
CP10	221	8,1%	0,2726	206	7,8%	0,2689	15	13,8%	0,3461
CP11	177	6,5%	0,2461	172	6,5%	0,2475	5	4,6%	0,2102
CP12	45	1,6%	0,1272	40	1,5%	0,1225	5	4,6%	0,2102
CP13	5	0,2%	0,0427	5	0,2%	0,0436	0	0,0%	0,0000
CP14	217	7,9%	0,2703	207	7,9%	0,2695	10	9,2%	0,2900
TE1	2633	96,3%	0,1895	2525	96,2%	0,1923	108	99,1%	0,0958
TE2	81	3,0%	0,1696	80	3,0%	0,1719	1	0,9%	0,0958
TE3	7	0,3%	0,0505	7	0,3%	0,0516	0	0,0%	0,0000
TE4	14	0,5%	0,0714	14	0,5%	0,0728	0	0,0%	0,0000
PP1	1446	52,9%	0,4993	1376	52,4%	0,4995	70	64,2%	0,4816
PP2	910	33,3%	0,4713	885	33,7%	0,4728	25	22,9%	0,4224
PP3	263	9,6%	0,2949	256	9,7%	0,2967	7	6,4%	0,2463
PP4	70	2,6%	0,1580	66	2,5%	0,1566	4	3,7%	0,1889
PP5	46	1,7%	0,1286	43	1,6%	0,1269	3	2,8%	0,1644
AB1	1845	67,5%	0,4686	1747	66,5%	0,4720	98	89,9%	0,3026
AB2	161	5,9%	0,2354	157	6,0%	0,2371	4	3,7%	0,1889
AB3	505	18,5%	0,3881	500	19,0%	0,3927	5	4,6%	0,2102
AB4	193	7,1%	0,2561	192	7,3%	0,2604	1	0,9%	0,0958
AB5	31	1,1%	0,1059	30	1,1%	0,1063	1	0,9%	0,0958
RB1	1845	67,5%	0,4686	1747	66,5%	0,4720	98	89,9%	0,3026
RB2	412	15,1%	0,3578	404	15,4%	0,3609	8	7,3%	0,2620
RB3	183	6,7%	0,2499	180	6,9%	0,2527	3	2,8%	0,1644
RB4	69	2,5%	0,1568	69	2,6%	0,1600	0	0,0%	0,0000
RB5	171	6,3%	0,2421	171	6,5%	0,2468	0	0,0%	0,0000
RB6	55	2,0%	0,1404	55	2,1%	0,1432	0	0,0%	0,0000
SM1	1845	67,5%	0,4686	1747	66,5%	0,4720	98	89,9%	0,3026
SM2	255	9,3%	0,2908	248	9,4%	0,2925	7	6,4%	0,2463
SM3	138	5,0%	0,2189	138	5,3%	0,2232	0	0,0%	0,0000
SM4	422	15,4%	0,3613	419	16,0%	0,3663	3	2,8%	0,1644
SM5	75	2,7%	0,1633	74	2,8%	0,1655	1	0,9%	0,0958

Quadro A 1.4. - Estatísticas dos grupos: incumpridores, cumpridores e população total

Classe	Média	Desvio Padrão	Classe	Média	Desvio Padrão	Classe	Média	Desvio Padrão
0	Incumpridores		1	Cumpridores		Total		
Id1	0,0550	0,2291	Id1	0,0472	0,2121	Id1	0,0475	0,2128
Id2	0,0734	0,2620	Id2	0,0758	0,2647	Id2	0,0757	0,2645
Id3	0,1193	0,3256	Id3	0,2350	0,4241	Id3	0,2303	0,4211
Id4	0,4037	0,4929	Id4	0,3336	0,4716	Id4	0,3364	0,4726
Id5	0,3486	0,4787	Id5	0,3085	0,4619	Id5	0,3101	0,4626
EC1	0,5596	0,4987	EC1	0,6714	0,4698	EC1	0,6669	0,4714
EC2	0,0550	0,2291	EC2	0,0366	0,1877	EC2	0,0373	0,1895
EC3	0,2569	0,4389	EC3	0,1957	0,3968	EC3	0,1982	0,3987
EC4	0,0183	0,1348	EC4	0,0122	0,1097	EC4	0,0124	0,1108
EC5	0,1101	0,3144	EC5	0,0842	0,2777	EC5	0,0852	0,2792
Re1	0,4679	0,5013	Re1	0,5541	0,4972	Re1	0,5506	0,4975
Re2	0,2844	0,4532	Re2	0,2928	0,4552	Re2	0,2925	0,4550
Re3	0,2477	0,4337	Re3	0,1478	0,3549	Re3	0,1517	0,3588
Re4	0,0000	0,0000	Re4	0,0053	0,0728	Re4	0,0051	0,0714
AR1	0,0183	0,1348	AR1	0,0061	0,0778	AR1	0,0066	0,0809
AR2	0,1009	0,3026	AR2	0,1858	0,3890	AR2	0,1824	0,3863
AR3	0,1101	0,3144	AR3	0,1161	0,3205	AR3	0,1159	0,3202
AR4	0,7615	0,4282	AR4	0,6862	0,4641	AR4	0,6892	0,4629
AR5	0,0092	0,0958	AR5	0,0057	0,0754	AR5	0,0059	0,0763
SP1	0,4587	0,5006	SP1	0,6032	0,4893	SP1	0,5974	0,4905
SP2	0,4037	0,4929	SP2	0,2380	0,4259	SP2	0,2446	0,4299
SP3	0,0550	0,2291	SP3	0,0366	0,1877	SP3	0,0373	0,1895
SP4	0,0183	0,1348	SP4	0,0202	0,1407	SP4	0,0201	0,1404
SP5	0,0000	0,0000	SP5	0,0091	0,0952	SP5	0,0088	0,0933
SP6	0,0642	0,2463	SP6	0,0903	0,2866	SP6	0,0892	0,2851
SP7	0,0000	0,0000	SP7	0,0027	0,0516	SP7	0,0026	0,0505
Pr1	0,0092	0,0958	Pr1	0,0198	0,1393	Pr1	0,0194	0,1379
Pr2	0,0917	0,2900	Pr2	0,1276	0,3337	Pr2	0,1261	0,3321
Pr3	0,0183	0,1348	Pr3	0,0122	0,1097	Pr3	0,0124	0,1108
Pr4	0,1284	0,3361	Pr4	0,0777	0,2677	Pr4	0,0797	0,2709
Pr5	0,0917	0,2900	Pr5	0,0449	0,2072	Pr5	0,0468	0,2113
Pr6	0,0275	0,1644	Pr6	0,0392	0,1942	Pr6	0,0388	0,1931
Pr7	0,0275	0,1644	Pr7	0,0362	0,1868	Pr7	0,0358	0,1859
Pr8	0,0183	0,1348	Pr8	0,0263	0,1600	Pr8	0,0260	0,1590
Pr9	0,2202	0,4163	Pr9	0,2266	0,4187	Pr9	0,2263	0,4185
Pr10	0,0642	0,2463	Pr10	0,0286	0,1666	Pr10	0,0300	0,1706
Pr11	0,0092	0,0958	Pr11	0,0076	0,0870	Pr11	0,0077	0,0873
Pr12	0,1468	0,3555	Pr12	0,2133	0,4097	Pr12	0,2106	0,4078
Pr13	0,0917	0,2900	Pr13	0,1036	0,3048	Pr13	0,1031	0,3042
Pr14	0,0367	0,1889	Pr14	0,0263	0,1600	Pr14	0,0267	0,1612
Pr15	0,0000	0,0000	Pr15	0,0030	0,0551	Pr15	0,0029	0,0540
Pr16	0,0183	0,1348	Pr16	0,0072	0,0848	Pr16	0,0077	0,0873
AE1	0,0183	0,1348	AE1	0,0103	0,1009	AE1	0,0106	0,1024
AE2	0,1468	0,3555	AE2	0,1519	0,3590	AE2	0,1517	0,3588
AE3	0,1376	0,3461	AE3	0,1988	0,3992	AE3	0,1963	0,3973
AE4	0,6789	0,4691	AE4	0,6329	0,4821	AE4	0,6347	0,4816
AE5	0,0183	0,1348	AE5	0,0061	0,0778	AE5	0,0066	0,0809

Quadro A 1.4. - Estatísticas dos grupos: incumpridores, cumpridores e população total (cont.)

Classe	Média	Desvio Padrão	Classe	Média	Desvio Padrão	Classe	Média	Desvio Padrão
0	Incumpridores		1	Cumpridores		Total		
CP1	0,0642	0,2463	CP1	0,0899	0,2861	CP1	0,0888	0,2846
CP2	0,1101	0,3144	CP2	0,0864	0,2811	CP2	0,0874	0,2825
CP3	0,0734	0,2620	CP3	0,0796	0,2707	CP3	0,0793	0,2703
CP4	0,0092	0,0958	CP4	0,0050	0,0702	CP4	0,0051	0,0714
CP5	0,0183	0,1348	CP5	0,0289	0,1677	CP5	0,0285	0,1665
CP6	0,1743	0,3811	CP6	0,1756	0,3805	CP6	0,1755	0,3805
CP7	0,1835	0,3889	CP7	0,1390	0,3460	CP7	0,1408	0,3478
CP8	0,0367	0,1889	CP8	0,0350	0,1839	CP8	0,0351	0,1841
CP9	0,0092	0,0958	CP9	0,1207	0,3259	CP9	0,1163	0,3206
CP10	0,1376	0,3461	CP10	0,0784	0,2689	CP10	0,0808	0,2726
CP11	0,0459	0,2102	CP11	0,0655	0,2475	CP11	0,0647	0,2461
CP12	0,0459	0,2102	CP12	0,0152	0,1225	CP12	0,0165	0,1272
CP13	0,0000	0,0000	CP13	0,0019	0,0436	CP13	0,0018	0,0427
CP14	0,0917	0,2900	CP14	0,0788	0,2695	CP14	0,0793	0,2703
TE1	0,9908	0,0958	TE1	0,9615	0,1923	TE1	0,9627	0,1895
TE2	0,0092	0,0958	TE2	0,0305	0,1719	TE2	0,0296	0,1696
TE3	0,0000	0,0000	TE3	0,0027	0,0516	TE3	0,0026	0,0505
TE4	0,0000	0,0000	TE4	0,0053	0,0728	TE4	0,0051	0,0714
PP1	0,6422	0,4816	PP1	0,5240	0,4995	PP1	0,5287	0,4993
PP2	0,2294	0,4224	PP2	0,3370	0,4728	PP2	0,3327	0,4713
PP3	0,0642	0,2463	PP3	0,0975	0,2967	PP3	0,0962	0,2949
PP4	0,0367	0,1889	PP4	0,0251	0,1566	PP4	0,0256	0,1580
PP5	0,0275	0,1644	PP5	0,0164	0,1269	PP5	0,0168	0,1286
AB1	0,8991	0,3026	AB1	0,6653	0,4720	AB1	0,6746	0,4686
AB2	0,0367	0,1889	AB2	0,0598	0,2371	AB2	0,0589	0,2354
AB3	0,0459	0,2102	AB3	0,1904	0,3927	AB3	0,1846	0,3881
AB4	0,0092	0,0958	AB4	0,0731	0,2604	AB4	0,0706	0,2561
AB5	0,0092	0,0958	AB5	0,0114	0,1063	AB5	0,0113	0,1059
RB1	0,8991	0,3026	RB1	0,6653	0,4720	RB1	0,6746	0,4686
RB2	0,0734	0,2620	RB2	0,1538	0,3609	RB2	0,1506	0,3578
RB3	0,0275	0,1644	RB3	0,0685	0,2527	RB3	0,0669	0,2499
RB4	0,0000	0,0000	RB4	0,0263	0,1600	RB4	0,0252	0,1568
RB5	0,0000	0,0000	RB5	0,0651	0,2468	RB5	0,0625	0,2421
RB6	0,0000	0,0000	RB6	0,0209	0,1432	RB6	0,0201	0,1404
SM1	0,8991	0,3026	SM1	0,6653	0,4720	SM1	0,6746	0,4686
SM2	0,0642	0,2463	SM2	0,0944	0,2925	SM2	0,0932	0,2908
SM3	0,0000	0,0000	SM3	0,0526	0,2232	SM3	0,0505	0,2189
SM4	0,0275	0,1644	SM4	0,1596	0,3663	SM4	0,1543	0,3613
SM5	0,0092	0,0958	SM5	0,0282	0,1655	SM5	0,0274	0,1633
IT1	0,0092	0,0958	IT1	0,0095	0,0971	IT1	0,0095	0,0971
IT2	0,3945	0,4910	IT2	0,3123	0,4635	IT2	0,3155	0,4648
IT3	0,1560	0,3645	IT3	0,0967	0,2956	IT3	0,0991	0,2988
IT4	0,4404	0,4987	IT4	0,5815	0,4934	IT4	0,5759	0,4943

Quadro A 1.5. – Coeficientes das variáveis discriminantes

Cód.	Canónicos não estandardizados	Canónicos estandardizados	Estruturais	Fisher
Id1	-0,3346	-0,0712	-0,0344	0,3579
Id2	-0,2666	-0,0705	0,0084	0,2852
Id3	0,1344	0,0565	0,2571	-0,1438
Id4	-0,2906	-0,1373	-0,1387	0,3109
EC1	0,1935	0,0911	0,2218	-0,2070
EC2	-0,1769	-0,0335	-0,0912	0,1893
EC3	-0,3925	-0,1564	-0,1434	0,4199
EC4	0,0918	0,0102	-0,0520	-0,0982
Re1	-1,4383	-0,7153	0,1620	1,5386
Re2	-1,2440	-0,5661	0,0173	1,3308
Re3	-1,8472	-0,6620	-0,2607	1,9761
AR1	-1,9438	-0,1572	-0,1417	2,0794
AR2	0,6922	0,2672	0,2056	-0,7405
AR3	0,2894	0,0927	0,0177	-0,3096
AR4	0,3223	0,1491	-0,1520	-0,3448
SP1	-1,0647	-0,5215	0,2758	1,1389
SP2	-1,6745	-0,7180	-0,3612	1,7914
SP3	-1,3592	-0,2576	-0,0912	1,4540
SP4	-1,2048	-0,1692	0,0122	1,2889
SP5	0,1105	0,0103	0,0916	-0,1182
SP6	-1,2499	-0,3564	0,0853	1,3371
Pr1	1,6738	0,2308	0,0720	-1,7906
Pr2	1,6130	0,5356	0,1009	-1,7256
Pr3	0,8193	0,0908	-0,0520	-0,8765
Pr4	1,0297	0,2788	-0,1752	-1,1015
Pr5	0,7491	0,1581	-0,2073	-0,8014
Pr6	1,4663	0,2831	0,0566	-1,5686
Pr7	1,7127	0,3185	0,0435	-1,8322
Pr8	1,2376	0,1969	0,0466	-1,3240
Pr9	1,5430	0,6459	0,0143	-1,6507
Pr10	0,2601	0,0443	-0,1956	-0,2783
Pr11	0,9226	0,0806	-0,0167	-0,9870
Pr12	1,5418	0,6286	0,1524	-1,6494
Pr13	1,2444	0,3786	0,0364	-1,3312
Pr14	1,6271	0,2623	-0,0604	-1,7406
Pr15	1,5348	0,0829	0,0527	-1,6418
AE1	0,4605	0,0472	-0,0736	-0,4926
AE2	1,4048	0,5042	0,0134	-1,5028
AE3	1,7196	0,6830	0,1440	-1,8395
AE4	1,4357	0,6914	-0,0893	-1,5358

Quadro A 1.5. – Coeficientes das variáveis discriminantes (cont)

Cód.	Canónicos Não estandardizados	Canónicos estandardizados	Estruturais	Fisher
CP1	0,5920	0,1685	0,0843	-0,6333
CP2	0,1743	0,0492	-0,0783	-0,1864
CP3	0,3180	0,0860	0,0214	-0,3402
CP4	-0,0854	-0,0061	-0,0553	0,0913
CP5	0,7488	0,1247	0,0595	-0,8010
CP6	0,2396	0,0912	0,0030	-0,2563
CP7	-0,0738	-0,0257	-0,1196	0,0789
CP8	0,2620	0,0482	-0,0084	-0,2803
CP9	1,1237	0,3595	0,3259	-1,2021
CP10	-0,3990	-0,1087	-0,2031	0,4269
CP11	0,3445	0,0848	0,0746	-0,3685
CP12	-1,2702	-0,1615	-0,2253	1,3588
CP13	0,9348	0,0399	0,0417	-1,0000
TE1	-0,4633	-0,0878	-0,1445	0,4956
TE2	0,1345	0,0228	0,1174	-0,1439
TE3	-0,0416	-0,0021	0,0493	0,0445
PP1	-0,1587	-0,0792	-0,2215	0,1698
PP2	0,3910	0,1841	0,2137	-0,4183
PP3	0,4125	0,1216	0,1055	-0,4413
PP4	-0,1819	-0,0287	-0,0684	0,1946
AB1	-0,1861	-0,0868	-0,4686	0,1991
AB2	0,2433	0,0573	0,0917	-0,2603
AB3	0,4756	0,1841	0,3490	-0,5087
AB4	0,5572	0,1426	0,2336	-0,5961
RB2	0,0298	0,0106	0,2104	-0,0319
RB3	0,1358	0,0339	0,1535	-0,1452
RB4	0,1424	0,0223	0,1567	-0,1524
RB5	0,3016	0,0729	0,2517	-0,3227
SM2	-0,2528	-0,0735	0,0971	0,2704
SM3	0,2888	0,0632	0,2246	-0,3089
SM4	0,0176	0,0063	0,3424	-0,0188
IT1	-0,4385	-0,0426	0,0033	0,4691
IT2	-0,4135	-0,1921	-0,1654	0,4423
IT3	-0,7448	-0,2224	-0,1854	0,7967
Constante	-0,2229			-3,4700

Quadro A 1.6. - Teste de igualdade das médias dos grupos

Cód.	Lambda de Wilks	F	gl 1	gl 2	Sig.	Cód.	Lambda de Wilks	F	gl 1	gl 2	Sig.
Id1	0,999948	0,141477	1	2733	0,706846	CP1	0,999689	0,850213	1	2733	0,356573
Id2	0,999997	0,008512	1	2733	0,926499	CP2	0,999732	0,73357	1	2733	0,391804
Id3	0,997111	7,918296	1	2733	0,004929	CP3	0,99998	0,054932	1	2733	0,81471
Id4	0,999158	2,302935	1	2733	0,129245	CP4	0,999866	0,366415	1	2733	0,545015
Id5	0,999711	0,789079	1	2733	0,374457	CP5	0,999845	0,423602	1	2733	0,5152
EC1	0,99785	5,889714	1	2733	0,015294	CP6	1	0,001112	1	2733	0,973404
EC2	0,999636	0,996014	1	2733	0,318365	CP7	0,999374	1,712615	1	2733	0,190756
EC3	0,9991	2,462902	1	2733	0,116679	CP8	0,999997	0,008539	1	2733	0,92638
EC4	0,999882	0,323566	1	2733	0,569519	CP9	0,995367	12,72178	1	2733	0,000368
EC5	0,99967	0,902771	1	2733	0,342124	CP10	0,998196	4,938176	1	2733	0,026351
Re1	0,998851	3,142996	1	2733	0,076365	CP11	0,999756	0,665754	1	2733	0,414607
Re2	0,999987	0,035974	1	2733	0,849584	CP12	0,99778	6,080201	1	2733	0,013732
Re3	0,99703	8,141602	1	2733	0,004359	CP13	0,999924	0,207784	1	2733	0,648546
Re4	0,999786	0,583799	1	2733	0,444893	CP14	0,999913	0,238858	1	2733	0,625071
AR1	0,999121	2,404681	1	2733	0,121089	TE1	0,999086	2,500711	1	2733	0,113911
AR2	0,99815	5,064973	1	2733	0,024493	TE2	0,999396	1,650439	1	2733	0,199008
AR3	0,999986	0,037412	1	2733	0,846644	TE3	0,999893	0,29112	1	2733	0,589548
AR4	0,998988	2,767701	1	2733	0,096299	TE4	0,999786	0,583799	1	2733	0,444893
AR5	0,999921	0,215561	1	2733	0,64248	PP1	0,997854	5,87744	1	2733	0,015401
SP1	0,996679	9,107537	1	2733	0,002569	PP2	0,998002	5,470246	1	2733	0,019415
SP2	0,994316	15,6222	1	2733	7,93E-05	PP3	0,999513	1,332239	1	2733	0,248508
SP3	0,999636	0,996014	1	2733	0,318365	PP4	0,999795	0,560878	1	2733	0,453971
SP4	0,999993	0,017854	1	2733	0,893713	PP5	0,999712	0,786228	1	2733	0,375321
SP5	0,999633	1,004645	1	2733	0,316278	AB1	0,990471	26,29464	1	2733	3,14E-07
SP6	0,999681	0,872414	1	2733	0,35037	AB2	0,999632	1,006736	1	2733	0,315775
SP7	0,999893	0,29112	1	2733	0,589548	AB3	0,994691	14,58832	1	2733	0,000137
Pr1	0,999773	0,621729	1	2733	0,430474	AB4	0,997615	6,534612	1	2733	0,010633
Pr2	0,999554	1,218334	1	2733	0,269785	AB5	0,999983	0,047242	1	2733	0,82795
Pr3	0,999882	0,323566	1	2733	0,569519	RB1	0,990471	26,29464	1	2733	3,14E-07
Pr4	0,998656	3,677684	1	2733	0,05525	RB2	0,998064	5,300611	1	2733	0,021393
Pr5	0,998121	5,145935	1	2733	0,023379	RB3	0,998969	2,821753	1	2733	0,093109
Pr6	0,999859	0,384338	1	2733	0,535342	RB4	0,998926	2,939187	1	2733	0,086568
Pr7	0,999917	0,22671	1	2733	0,634012	RB5	0,997232	7,586709	1	2733	0,005919
Pr8	0,999905	0,259918	1	2733	0,610218	RB6	0,999148	2,330072	1	2733	0,127012
Pr9	0,999991	0,02444	1	2733	0,875783	SM1	0,990471	26,29464	1	2733	3,14E-07
Pr10	0,998327	4,580267	1	2733	0,03243	SM2	0,999587	1,130156	1	2733	0,287836
Pr11	0,999988	0,033325	1	2733	0,855165	SM3	0,997794	6,041399	1	2733	0,014036
Pr12	0,998983	2,781562	1	2733	0,09547	SM4	0,994888	14,04362	1	2733	0,000182
Pr13	0,999942	0,158447	1	2733	0,690622	SM5	0,999482	1,417093	1	2733	0,233986
Pr14	0,99984	0,437284	1	2733	0,508492	IT1	1	0,001329	1	2733	0,970926
Pr15	0,999878	0,332835	1	2733	0,564042	IT2	0,998802	3,278397	1	2733	0,070307
Pr16	0,99938	1,696235	1	2733	0,192891	IT3	0,998496	4,117267	1	2733	0,042544
AE1	0,999763	0,648849	1	2733	0,420595	IT4	0,99688	8,554455	1	2733	0,003475
AE2	0,999992	0,021576	1	2733	0,883232						
AE3	0,999093	2,481897	1	2733	0,115279						
AE4	0,999651	0,95469	1	2733	0,328615						
AE5	0,999121	2,404681	1	2733	0,121089						

Sig: Significância

Anexo 2 – Estimação da estrutura temporal de taxas de juro

Com:

Pr = Preço de mercado da OT

Jv = Juros vencidos desde o pagamento do último cupão

Vn = Valor nominal da OT (10.000 escudos)

Juros _{n} = Juros relativos ao cupão do período n

n = n° de cupões a vencer

i_t = Taxa *spot* relativa ao período índice t

t = Período de vencimento de cada uma das OT

1-Obrigação: OT Mar.

Taxa de juro do cupão: 5,375 % (cupão anual)

Vencimento: 23-03-00

Períodos de vencimento de juros (em % do ano): 0.75

Preço de mercado: 10.160

Juros vencidos desde último cupão: 167

$$Pr + Jv = \frac{Vn + Juros_1}{(1 + i_{0,75})^{0,75}}$$

$$10.160 + 167 = \frac{10.000 + 538}{(1 + i_{0,75})^{0,75}}$$

$$i_{0,75} = 2,73\%$$

2-Obrigação: OT Mar

Taxa de juro do cupão: 8,750 % (cupão anual)

Vencimento: 23-03-01

Períodos de vencimento de juros (em % do ano): 0.75 e 1.75

Preço de mercado: 10.917

Juros vencidos desde último cupão: 272

$$Pr + Jv = \frac{Juros_1}{(1 + i_{0,75})^{0,75}} + \frac{Vn + Juros_2}{(1 + i_{1,75})^{1,75}}$$

$$10.917 + 272 = \frac{875}{(1 + 2,73\%)^{0,75}} + \frac{10.875}{(1 + i_{1,75})^{1,75}}$$

$$i_{1,75} = 2,96\%$$

3-Obrigação: OT Mar

Taxa de juro do cupão: % (cupão anual): 5,750 %

Vencimento: 23-03-02

Períodos de vencimento de juros (em % do ano): 0.75, 1.75, 2.75

Preço de mercado: 10.525

Juros vencidos desde último cupão: 179

$$Pr + Jv = \frac{Juros_1}{(1 + i_{0,75})^{0,75}} + \frac{Juros_2}{(1 + i_{1,75})^{1,75}} + \frac{Vn + Juros_3}{(1 + i_{2,75})^{2,75}}$$

$$10.525 + 179 = \frac{575}{(1 + 2,73\%)^{0,75}} + \frac{575}{(1 + 2,96\%)^{1,75}} + \frac{10.575}{(1 + i_{2,75})^{2,75}}$$

$$i_{2,75} = 3,60\%$$

4-Obrigação: OT Abr.

Taxa de juro do cupão: 4,8125% (cupão anual)

Vencimento: 23-04-2003

Períodos de vencimento de juros (em % do ano): 0.75, 1.75, 2.75, 3.75

Preço de mercado: 10.300

Juros vencidos desde último cupão: 108

$$Pr + Jv = \frac{Juros_1}{(1 + i_{0,75})^{0,75}} + \frac{Juros_2}{(1 + i_{1,75})^{1,75}} + \frac{Juros_3}{(1 + i_{2,75})^{2,75}} + \frac{Vn + Juros_4}{(1 + i_{3,75})^{3,75}}$$

$$10.300 + 108 = \frac{888}{(1 + 2,73\%)^{0,75}} + \frac{888}{(1 + 2,96\%)^{1,75}} + \frac{888}{(1 + 3,6\%)^{2,75}} + \frac{10.888}{(1 + i_{3,75})^{3,75}}$$

$$i_{3,75} = 4,01\%$$

5-Obrigação: OT Jan.

Taxa de juro do cupão: 8,875 % (cupão anual)

Vencimento: 23-01-2004

Períodos de vencimento de juros (em % do ano): 0.75 , 1.75 , 2.75 , 3.75 , 4.75

Preço de mercado: 11.875

Juros vencidos desde último cupão: 422

$$Pr + J_v = \frac{Juros_1}{(1 + i_{0,75})^{0,75}} + \frac{Juros_2}{(1 + i_{1,75})^{1,75}} + \frac{Juros_3}{(1 + i_{2,75})^{2,75}} + \frac{Juros_4}{(1 + i_{3,75})^{3,75}} + \frac{Vn + Juros_5}{(1 + i_{4,75})^{4,75}}$$

$$11.875 + 422 = \frac{888}{(1 + 2,73\%)^{0,75}} + \frac{888}{(1 + 2,96\%)^{1,75}} + \frac{888}{(1 + 3,60\%)^{2,75}} + \frac{888}{(1 + 4,01\%)^{3,75}} + \frac{10.888}{(1 + i_{4,75})^{4,75}}$$

$$i_{4,75} = 4,05\%$$

Anexo 3 – Cálculo da duração de Fisher-Weil

Quadro A 3.1. – Fluxos de caixa e taxas spot de cada período

	FC1	FC2	FC3	FC4	Total
Fluxo de Caixa	1.108.299	1.108.300	1.108.301	1.108.299	4.433.199
Taxas Spot	2,79%	3,12%	3,70%	4,02%	
t	t=1	t=2	t=3	t=3	

Com:

FC_t = Fluxo de caixa do período t

$r(0,t)$ = Taxa spot relativa ao período t

P = Valor de equilíbrio do empréstimo/carteira

$$D_{FW} = \frac{\sum_{t=1}^4 \frac{FC_t}{[1 + r(0,t)]^t} \times t}{P} \quad t = 1, \dots, n$$

$$D_{FW} = \frac{\frac{1.108.299}{(1+2,79\%)^1} \times 1}{\frac{1.108.299}{(1+2,79\%)^1}} + \frac{\frac{1.108.300}{(1+3,12\%)^2} \times 2}{\frac{1.108.300}{(1+3,12\%)^2}} + \frac{\frac{1.108.301}{(1+3,70\%)^3} \times 3}{\frac{1.108.301}{(1+3,70\%)^3}} + \frac{\frac{1.108.299}{(1+4,02\%)^4} \times 4}{\frac{1.108.299}{(1+4,02\%)^4}}$$

$$D_{FW} = \frac{9.769.578}{3.969.918} \text{ e } D_{FW} = 2,5 \text{ anos}$$

Comparação dos dois métodos:

Quadro A 3.2. – Comparação dos dois métodos de estimação da ETTJ

10 ³ Escudos			
	Variação da carteira		
VaRiação (bp)	ETJ	D _{FW}	Diferença
+0,0200	3.780.833	3.773.294	7.539
+0,0150	3.826.711	3.822.450	4.261
+0,0100	3.873.496	3.871.606	1.890
+0,0075	3.897.236	3.896.184	1.052
+0,0050	3.921.211	3.920.762	449
+0,0025	3.945.425	3.945.340	85
Valor Actual	3.969.918	3.969.918	0

Anexo 4 - Determinação da taxa de juro de equilíbrio

Calculando a taxa de juro de equilíbrio de acordo com o Loan Arbitrage-Free Pricing (LAFP) Model, para a hipótese 2 (ponto 4.3.2.), a partir do plano financeiro de um empréstimo a quatro anos ($t=4$), à taxa de juro fixa de 10,5% ao ano e em regime de prestações constantes:

(Todos os valores em 10^3 escudos)

Montante total do empréstimo: 3.607.270

Total de juros: 825.929

- Em termos de financiamento, os Fundos Próprios (FP), correspondem a um rácio de solvabilidade mínimo de 8%, de acordo com as normas em vigor (ponto 3.1.1.2.) e os capitais alheios a 92%:

	<u>%</u>	<u>Valor</u>
Fundos Próprios (Rácio de Solvabilidade)	8%	288.582
Financiamento com capitais alheios	92%	3.318.688
Total	100%	3.607.270

Fluxos de caixa positivos:

- Reembolso de capital (Re) e juros do empréstimo (J) em cada período:

	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$	Total
Reembolso de Capital	765.690	850.071	943.752	1.047.757	3.607.270
Juros (antes de IRC)	342.610	258.228	164.548	60.543	825.929
	1.108.300	1.108.300	1.108.300	1.108.300	4.433.199

- Taxa de IRC ($T=36\%$):

	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$	Total
Juros (após IRC)	219.270	165.266	105.310	38.747	528.594

- Reembolso de capital e juros após IRC:

	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$	Total
Capital + Juros (após IRC)	984.960	1.015.337	1.049.063	1.086.504	4.135.864

- Considerando uma probabilidade ou taxa de incumprimento de $p=4\%$, em cada período, sendo a probabilidade de cumprimento de $(1-p)=96\%$, com uma taxa de recuperação em caso de incumprimento de $\%=50\%$ (sobre capital e juros líquidos):

	t=1	t=2	t=3	t=4	Total
Rendimento esperado	945.562	974.724	1.007.100	1.043.044	3.970.430
Recuperação em caso de incumprimento	26.791	27.617	28.535	29.553	112.496
Total Rendimento esperado	972.353	1.002.341	1.035.635	1.072.597	4.082.926

- Utilizando as taxas *Spot* de mercado (i_t), referidas no Quadro 3.8., referente a cada período procedemos à actualização dos Fluxos de Caixa positivos:

	t=1	t=2	t=3	t=4	Total
Fluxos de Caixa positivos actualizados (+)	945.994	942.550	928.618	916.025	3.733.186

Fluxos de caixa negativos:

- Reembolso do financiamento interbancário (ou de fonte alternativa) R_f e custo do financiamento interbancário (ou de outra fonte alternativa) C_f , em cada período:

	t=1	t=2	t=3	t=4	Total
Reembolso do financiamento	704.435	782.066	868.252	963.936	3.318.688
Custo do financiamento	88.557	82.358	57.958	22.863	251.736

- Custo do financiamento após efeito fiscal:

	t=1	t=2	t=3	t=4	Total
Custo do financiamento (após efeito fiscal)	56.676	52.709	37.093	14.632	161.111

- Taxa de juro interbancária s_t (taxa swap de referência) para cada período:

	t=1	t=2	t=3	t=4
Taxa de juro (swap) interbancária	2,95%	3,64%	4,02%	4,31%

- Actualização dos fluxos relativos ao financiamento:

	t=1	t=2	t=3	t=4	Total
Serviço financiamento actualizado	739.301	777.167	804.385	826.585	3.147.438

- Custos operacionais directos e indirectos Co (após efeito fiscal), actualizados às taxas *Spot* de mercado (i_t) referidas no Quadro 3.8. referente a cada período;

	t=1	t=2	t=3	t=4	Total
Custo operac. actual.	18.967	18.332	17.480	16.649	71.428

- Actualização dos Fluxos de Caixa negativos:

	t=1	t=2	t=3	t=4	Total
Fluxos de Caixa negativos actualizados (-)	758.268	795.499	821.865	843.234	3.218.866

Quadro A 4.1. – Determinação dos fluxos de caixa actualizados

	t=1	t=2	t=3	t=4	Total
Fluxos de caixa (+)	945.994	942.550	928.618	916.025	3.733.186
Fluxos de caixa (-)	758.268	795.499	821.865	843.234	3.218.866
Fluxo de Caixa líquido	187.726	147.051	106.753	72.790	514.320

Considerando que:

$$\text{Valor Actualizado Líquido} = \text{Fluxo de Caixa Líquido} - \text{Capitais Próprios}$$

Então o Valor Actualizado Líquido vem igual a 225.739 (10^3 escudos) o que relativamente ao capital médio no regime de prestações constantes, 1.966.497 (10^3 escudos), resulta numa rentabilidade anual dos capitais próprios ajustada pelo risco e após IRC, apurada através do LAFP, de 36%.

Determinação do valor de provisão em cada período:

Valor da provisão, em cada período, considerando a probabilidade de incumprimento e a taxa de recuperação antes de IRC:

	t=1	t=2	t=3	t=4	Total
1 = Capital +Juros	1.108.300	1.108.300	1.108.300	1.108.300	4.433.199
2 = Valor esperado do Rendimento	1.086.134	1.086.134	1.086.134	1.086.134	4.344.535
(1-2) = Provisão	22.166	22.166	22.166	22.166	88.664
Valor actualizado da Provisão	21.565	20.844	19.875	18.930	81.215

